

设计、制造及安装 架空缆车的实务守则



设计、制造及 安装架空缆车的 实务守则

香港特别行政区政府
机电工程署
二零一八年版

初版： 二零零二年十二月
第一次修订版： 二零零四年四月
第二次修订版： 二零一八年三月

目录

	页数
1. 前言	1
2. 适用范围	1
3. 其他法例规定	3
4. 一般设计	3
5. 系统条件	4
6. 距离	6
7. 拯救	7
8. 路线照明装置	8
9. 航空	9
10. 危险范围	9
11. 路线跨越其他设施	9
12. 路线导轨	10
13. 有关强风和地震的考虑因素	10
14. 塔架滑轮及缆鞍荷载	10
15. 塔架上缆索的偏转	11
16. 缆索的校准	11
17. 滑轮凸缘	12
18. 导轨缆鞍的沟	12
19. 导缆装置和接缆装置	12
20. 塔架上的保护装置	13
21. 有关驱动和制动的规定	13
22. 缆索	15
23. 缆索的一般规定	17
24. 缆索的特别规定	17
25. 尺寸	19
26. 绞接和缆索的接驳方法	20
27. 缆索的测试及核证	21
28. 更换缆索	26
29. 有关滑轮、储存鼓及卷缆轴尺寸的建议	22
30. 缆索拉紧力调节系统	24
31. 通讯	28
32. 车站	26
33. 控制及安全电路	24
34. 塔架	29
35. 有关车厢的考虑因素	30
36. 车厢与缆索的连接	33
37. 避雷装置、接地和风速显示器	34

38.	须提交的资料	35
39.	更改规定	36
附录I	术语及定义	37
附录II	参数的定义	39
附录III	参考数据	40

1. 前言

- (1) 本实务守则由香港特别行政区机电工程署署长(以下简称「署长」)根据《架空缆车(安全)条例》(下称「该条例」)第5条制订。本实务守则旨在就架空缆车的设计、制造和安装的基本方面提供建议。
- (2) 在编写本实务守则的过程中,参考了若干个国家有关架空缆车的标准,本实务守则从世界各地广泛参考经验,特别注重各国现有的规例、建议和实务守则,并加以研究、采纳和修订,以适合本港的情况。
- (3) 有关电力工程须符合下列技术规格及要求:
 - (a) 机电工程署发出的《电力(线路)规例工作守则》的最新版本。
 - (b) 香港电灯有限公司或中华电力有限公司发出的《供电则例》,视乎情况而定。
- (4) 本实务守则所用常用术语的定义载于附录I。附录II则包括有关架空缆车系统的计算中所用参数的定义。
- (5) 有关架空缆车的参考资料,均载列于附录III。
- (6) 本实务守则并非禁止在设计和表现方面作出创新和改善,惟必须强调的是,任何创新和改善须完全依照良好的工程原则进行。

2. 适用范围

(1) 定义

架空缆车的定义为:

「沿着架空吊缆行走或由该等架空吊缆拖行用以架空运载在运输工具内的乘客或货物的任何器具,以及相关的任何机械、设备或机械装置;而上述架空吊缆是藉楼塔、塔架或其他类似的构筑物所支承的。」

(注:本实务守则并不讨论用于工业用途的缆车或升降机。)

- (2) 架空缆车有多种不同类型,大致可分为「单缆式」和「双缆式」两大类。
 - (a) 顾名思义,单缆式缆车包含一条钢缆,钢缆的设计可以采用供车厢衔接上的连续整圈的形式,或者让车厢得以往复移动的开环形式。单缆系统同样亦有

多种类型，可细分为两类，即固定夹扣类型和可拆除夹扣类型。

- (b) 双缆式缆车或三缆式缆车(又称3S系统)则使用多条钢缆提供支持和牵引车厢的功能。像单缆设计一样，上述多缆系统亦可再分为固定夹扣类型和可拆除夹扣类型。此外，车厢的活动模式亦可设计为连续整圈或往复运行的模式。单缆式缆车、双缆式缆车及三缆式缆车缆索的拉力一般透过缆索拉紧力调节系统(例如使用液压系统或使用其他方法，如一种称为对重装置的自由悬吊重物)予以维持。这样不管缆索延长多少，都可以保持标称拉力。

(3) 限制

本实务守则旨在为上述两大类架空缆车的设计、制造及安装提供指引，惟不得以本守则任何部分取代香港现正实行的任何标准。

(4) 规划

在规划架空缆车的地点和路线时，须细心考虑以下因素。

(a) 交通方便

架空缆车(包括日后任何扩展部分)的总站所在位置须有足够的接驳公共交通设施。

(b) 路线

架空缆车(包括日后任何扩展部分)的路线对环境的影响须减至最少；这包括噪音污染、不美观的建筑物，以及任何有损当地环境美观的因素。设计架空缆车或其扩展部分的路线时，须适当考虑对附近已有的建设或自然环境(例如植物、道路、铁路、航空路线、电力线、溪涧、建筑物、桥梁和斜坡稳固性等)的影响 / 上述因素所造成的影响。须根据本港现正实行的其他法例要求，就上述事项进行环境影响评估。

须就工程各方面的详情与有关机构及地方人士进行充分磋商。如工程涉及收地，须遵照本港现正实行的其他法例所规定的一切必要步骤办理。

(c) 紧急通道

须依照消防处处长的要求，提供足够的通道，供紧急车辆通往各总站，并须与消防处处长及署长协商拟定救援计划，以应付缆车操作期间发生的紧急事故。

(d) 维修通道

须辟建车辆通道通往偏远的楼塔及转向站，同时亦须提供足够的通道予进行例行维修、缆索绞接、缆索绞合及缆索更换时使用。在缆车系统规划时，亦须制订维修通道图则，以提供可行方法前往难以到达的地点。

3. 其他法例规定

(1) 架空缆车系统的设计、制造及安装须考虑下列法例所载的规定：

- (a) 《工厂及工业经营条例》(第59章)及《建筑地盘(安全)规例》
- (b) 《消防条例》(第95章)
- (c) 消防处发出的《最低限度之消防装置及设备与装置及设备之检查、测试及保养守则》
- (d) 《建筑物条例》(第123章)、《建筑物(建造)规例》(第123章附属法例)及《香港风力影响守则》
- (e) 《电力条例》(第406章)
- (f) 《职业安全及健康条例》(第509章)

(2) 以上所列并未包括所有适用法例，如情况适合，须参考其他法例。

4. 一般设计

(1) 缆车装置及其附属设备每一部分的设计均须考虑乘客、公众和操作人员的安​​全，并须符合本实务守则的规定。

(2) 所有装置均须依照下列安全原则设计、操作及保养，这些安全原则的实行次序如下：

- (a) 消除风险。如未能消除风险，则利用设计和建筑特色减少风险；
- (b) 对于无法利用设计和建筑特色予以消除的风险，须确定及实施一切必要措施以预防此类风险；
- (c) 对于无法利用以上(a)及(b)项所载的规定及措施予以完全消除的风险，须确定及指出应实施的措施，以预防此类风险。

(3) 由于本港的建筑物容易受强风和暴雨侵袭，设计任何外露设备和选择用于建造架空

缆车的物料时须适当考虑这些因素。

- (4) 在建造架空缆车前，制造商须根据该条例第7条的规定，向署长提交一式两份的全套工程绘图，以及与架空缆车有关的机器、设备及装置的设计和规格。
- (5) 须提交总设计图则及测绘处地图摘要，上述地图摘要的比例须为1:1000，且须显示路线和平面图(须符合比例)及任何地形特征。此外，还须提交一份说明书，说明装置的大小和载客量、操作原理，并对其可能使用量作出评估，以帮助判断是否需要安排接驳公共交通。
- (6) 在建造和安装架空缆车期间，须向署长提交建造及安装程序，所有测试证明书、测量报告等亦须第一时间交予署长。
- (7) 在展开架空缆车系统安装工程的任何工序前，其图则、设计、规格、计算数据、建造方法及建造计划须提交予署长批核。
- (8) 计算数据及建造方法于提交予署长批核前，须按情况由独立缆车专家/顾问/检测员/认可机构作覆检。
- (9) 缆车系统的土木基础设施及塔架结构部分应另呈屋宇署作审批。

5. 系统条件

(1) 路线

- (a) 在香港，兴建架空缆车的选址受强烈季候风影响的可能性极高。为了找出强风对架空缆车的影响，在详细设计架空缆车之前须进行全面的实地调查(参阅本实务守则第13节)。调查的时间须足以决定风向和强度的季节性波动，并须按全面实地调查所得的风力效果及兼顾附近地形特征可能引起的急流风效应来设计架空缆车。
- (b) 建议路线亦须进行土力评估，以按照评估结果来设计及推行选址勘察计划。架空缆车设施的地基设计须按照《斜坡岩土工程手册》(附录III第20项)的规定来设计，并须根据法例或设计大纲的规定，提交适当的政府部门或办事处审批。
- (c) 架空缆车的鸟瞰图路线应为直线，这项规定的最高可容许偏差为每个支架上「导轨缆相对缆鞍」或「运载拖缆相对滑轮」0.0087弧度(0.5°)。若需要较大的角度偏差，便应安装适当设计的转向站。在任何情况下，支架及其相关楼塔组件如缆鞍、导轨、滑轮等的设计，均应可以承受任何侧面推力。

(2) 剖面

- (a) 架空缆车的剖面路线(纵向侧面图)应顾及本实务守则第6及7节中有关缆索距离及拯救设施的指定规定。
- (b) 除非架空缆车为固定夹扣式或每个车厢均设有制动设施，否则在最差可能负载的情况下，缆索的最高斜度不得超过1.0(45°)。
- (c) 上述限制可按最低滑轮压力(参阅本实务守则第14节)及缆索稳定性的规定而调低。

(3) 装置的整体性

- (a) 所有组件必须适当地设计及建造，以确保其操作稳健及装置安全。在设计组件时应采用合适的安全系数。
- (b) 架空缆车的设计及建造，应务求在操作时遇有组件失灵，也不会影响架空缆车的安全操作，且不会导致其他组件失灵。
- (c) 架空缆车的设计应顾及装置任何部分或附近发生火警的情况，确保不会危害车厢内乘客的安全。
- (d) 架空缆车的所有组件必须合适地设计以便进行定期检查及维修，以免出现失灵的情况。
- (e) 应能随时用人手停止架空缆车的操作。
- (f) 除非已重新用人手作出适当的调整，否则在安全设施令架空缆车停止操作后，有关系统不得有自动重开的功能。

(4) 装置的可靠性

为使缆车系统达至所需的安全及可靠水平，在新架空缆车的设计、安装、试运及检测阶段，应透过进行流程危害分析(PHA)、失效模式效应与关键性分析(FMECA)等风险分析，考虑所有于操作、维修及环境模式下缆车系统可能出现的风险。

- (a) 制造商应参考设计操作时数及本地的环境因素，对其供应的产品进行失效模式效应与关键性分析。
- (b) 为评定架空缆车于试运后的操作安全及可靠性，系统于安装工程展开前须进行全面的评估。这项评估须涵盖缆车操作期间各个潜在失效模式的分析。分析须依据缆车系统的设计、操作及维修安排、环境及气象状况、紧急及救援

设备、车站地基和塔架结构进行。

- (c) 操作及维修手册需要由独立缆车顾问或认可机构作覆检。
- (d) 评估报告须至少包括评估范围、方式、分析结果及缓解措施。
- (e) 在架空缆车投入操作后，评估须根据过往经验及事故案例每隔不多于五年重新进行一次。
- (f) 风险评估应包含应变计划，当中至少包括乘客疏散安排、救援行动、替代交通工具的安排，以及与各政府部门的协调。

6. 距离

当架空缆车操作时，在满载或部分负载的情况下，以及在静态或动态负载(例如受风力或制动影响)所导致的任何情况下，必须维持下文详述的最低距离。

- (1) 换乘乘客不可由车厢的窗口或任何其他孔口伸手碰到任何结构或移动部件的任何部分。在车站的乘客(包括正排队上车的乘客)不得与移动中的机器有任何接触。
- (2) 为了令车站内的乘客或人员能通行无阻，车厢所占位置与装置的固定障碍物之间的旁边距离应最少有1.0米。若车厢没有导轨设施，则即使车厢基本地作横向0.34弧度(19.5°)的摆动时，亦应确保有1.0米距离。在车站上落客的地方，留给市民的空间应足以确保乘客能通行无阻。
- (3) 在最不利的操作情况下，任何在车站外的车厢，其末端与地面之间的距离应最少有2.5米。
- (4) 至于车厢由车站或支架结构移离的横向移动，则参考以下的计算基准：

缆索因风压而产生的横向移动，可根据施加于有关跨度的斜向长度的动态压力(操作时最少0.2 kN/m²，非操作时最少1.2 kN/m²)计算。若跨度大于400米，上述动态压力可根据BS EN 12929-1调低。在这种最大的横向移动及任何两个垂直的车厢以0.26弧度(15°)摆向对方的情况下，每个车厢的最近处最少要相距1米。与其他静止或正在移动的设备之间，均须保持这个距离，惟车站及支架导轨除外。

- (5) 在可能的情况下，静止的密闭车厢式架空缆车离地面的最高高度不得超过60米，不论有关缆车是部分负载、满载或不载客。
- (6) 在可能的情况下，静止的开放车厢式架空缆车离地面的最高高度不得超过15米，不论有关缆车是部分负载、满载或不载客。沿线个别段落离地面的最高高度可予例外处理，根据BS EN 12929-1提升至20米。

- (7) 若架空缆车经过林木茂密的地方，缆车路线的两旁应保持最少15米的空间作为隔火带，以免密林区发生火警时会对车厢造成危险。

倘获署长批准，架空缆车的拥有人可提供其他安排，以确保发生山火时乘客的安全。拥有人须提供下述文件，以证明有关安排可行：

- (a) 山火对架空缆车的影响评估，包括评估沿途植物的位置、高度和种类及其是否容易燃烧、找出容易起火的地点、估计火势蔓延的速度、山火对塔架结构完整的影响，以及山火对移动中的车厢的影响；以及
- (b) 预防及防止火警危险的可行工程及/或管理建议，以减少路线附近发生火警的危险，包括设置隔火带、在救援径沿途的塔架及楼塔提供救火设备，以及定出在有关情况下的救援计划。

7. 拯救

(1) 一般规定

- (a) 所有架空缆车均应设有完备而充足的设施，可随时撤离缆车上的乘客，并在合理时间内把乘客载返缆车终站或紧急服务可达的位置。撤离乘客的时间主要视乎缆车的大小和种类而定，但救援行动在最坏的情况下通常须于合理时间内完成，而救援乘客的方法须经署长批准。在任何拯救情况下，利用乘客正在乘坐的车厢把乘客回送(又称作「综合救援系统」或「复原系统」)是可取的救援方式。
- (b) 架空缆车操作时，必须有充裕的受训人员当值(即救援队员)，以便进行救援行动。救援人员必须在署长批准的时段内进行救援练习。
- (c) 尽管救援队员会协助乘客使用专门为特定情况而设的救援设备，但这些救援设备的设计应易于让乘客使用，不会造成太大困难及不便。
- (d) 救援用的非金属绳索的最少抗断强度必须为最大预计操作负载量的15倍。绳索在救援期间产生的热应力也应予以考虑。

(2) 核准救援方式

- (a) 为了让乘客在获得救援后可返回缆车终站或紧急服务可达的位置，有关路段的地面必须整理，以便乘客可安全步行。

- (b) 必须有充足照明，方可进行晚间救援工作(参阅本实务守则第8节)。
- (c) 进行悬放式救援工作时，可一并使用绳索、绳梯或专用设备，但该等设备必须在使用上安全，也不得对乘客构成不必要的危险。
- (d) 在高度逾60米的高空，或架空缆索通过的特殊地形或水道等进行的救援工作，悬放式救援通常不获批准。在这情况下，必须使用署长满意的其他救援方法。例如，使用个别独立推动的救援车厢，以便车厢可在架空缆车故障时而缆索完好无缺的情况下，随着路线行走。救援车厢必须具备设施，可把乘客从缆车路线上运送至最近的缆车站或塔架。撤离获救乘客的方式亦须署长核准。供救援及撤离乘客之用的设备和运输工具，必须一应俱全。
- (e) 载客车厢必须备有充足供乘客使用的救援设备、手提照明用具、急救包及与缆车终站通讯的设备(即无线电通话器或电话)。
- (f) 救援人员必须可到达路线的每个位置，也可在路线的任何位置拯救乘客。
- (g) 救援行动或救援演习展开前，必须提供关闭及锁上缆车主驱动装置的设施。

8. 路线照明装置

在晚间运作的架空缆车必须具备两级照明装置，包括一般照明和紧急照明。

- (1) 每个塔架上的一般照明装置必须大体上照遍有关路线，并必须设定为低强度。
- (2) 紧急照明装置必须可照明整条路线，以便进行救援工作。如在离地面不超过60米的高度利用绳索在车厢进行悬放式救援工作，则紧急照明装置必须照亮地面；在车厢进行救援时，必须提供便携式的紧急照明装置。实际的照明强度视乎有关范围的地势而定，但一般建议采用10至20勒克斯的强度。
- (3) 一般照明装置和紧急照明装置必须分别由两个不同的供电系统供应电力。
- (4) 在夜间进行紧急救援工作时，如(救援演习显示)路线照明装置不足，必须辅以可容易运送至救援工作进行地点的便携式紧急照明装置。

9. 航空

- (1) 架空缆车的位置必须经由民航处处长批准，并须遵守《香港机场(障碍管制)条例》(第301章)的条文。
- (2) 架空缆车必须符合民航处处长指定的日间或夜间路线标志的所有规定。如需安装障碍显示灯或指示灯，则其电力必须由两个独立的供电系统供应。

10. 危险范围

潜在不稳定及有山泥倾泻或石坠危险的范围，均不宜兴建架空缆车，除非有本实务守则第5节所述的土力评估取得有事实根据的适当数据支持，证明该等怀疑不稳定的范围不会对与架空缆车有关的设备 / 结构或救援行动造成影响。斜坡稳定性应按《斜坡岩土工程手册》(附录III第20项)载述的方法和标准界定。

就本港的架空缆车而言，本节所述的因素必须予以特别考虑。

11. 路线跨越其他设施

- (1) 架空缆车路线的设计应考虑架空缆车路线对其他所有公共及私人设施(包括道路、铁路、输电缆和水道等)的影响，因为这些设施可能会影响救援行动，或受救援行动影响。安装架空缆车时不应对任何公用设施造成影响，架空缆车的设计须与公用设施保持适当距离，以保障缆车和公用设施的安全和完整，并提供足够通道以供维修及操作之用。
- (2) 如无法避免出现缆车路线跨越其他道路或铁路的情况，则应尽量使缆车路线与道路或铁路垂直交叉。如有需要，应安装围网或桥梁以作保护。
- (3) 为保障公共或私人设施(例如道路、铁路等)的使用者免为车厢上所掉下对象所伤，应进行风险评估和采取适当的安全措施，以令运输署署长满意。
- (4) 在可能情况下，缆车路线应避免与架空输电缆平行，以减低电磁感应或类似效应的风险。
- (5) 架空缆车不得横过架空输电缆。如架空缆车路线须横过架空输电缆，须将架空电缆改为地底电缆输电；如须这样做，须取得有关电力公司的同意。

- (6) 架空缆车和现有供电系统的分布位置须确保架空缆车、电力供应或电讯的运作不会受现有供电系统影响或干扰。
- (7) 相反，在现有架空缆车附近安装的任何新供电系统亦须考虑上述因素。

12. 路线导轨

必须确保在任何操作速度或负载情况下，以及在任何外在因素(如风力)影响下，架空缆车上的缆索均与钢缆导轨装置和承托保持接触。

13. 有关强风和地震的考虑因素

- (1) 评估在强风条件下确保缆索安全稳固的各种参数的方法，各国均有所不同，显然每一种方法均适合当地环境。在香港，一项首要考虑的因素是烈风或突如其来的强风的影响。风可被视为是向任何方向(包括向上)吹动的。一般而言，缆索和所有外露设备上的风压 P_w (kN/m^2)可以用以下经验公式计算： $v_w^2 / 160$ (kN/m^2)。在上式中， v_w 是缆索附近的最高预期风速(单位 m/s)。上述经验公式可因应温度或空气密度偏离标准温度 15°C 和标准空气密度 1.25 kg/m^3 的幅度而按比例作出调整。不过，即使不作任何调整，上述数值已可用作大略的近似值。
- (2) 本实务守则所指的地震荷载须假设为等同于建筑物、结构或塔架总重量的0.08倍的某种地面水平力。

14. 塔架滑轮及缆鞍荷载

- (1) 假设风荷载为上述数值，则在任何操作条件下，每一辆车厢均须在缆索和滑轮组或缆鞍之间保持正压力，即使任何缆索的拉力改变了50%。除了单缆式缆车外，如牵引缆拉力比设计值增加50%或减少33%，车厢都不得离开导轨缆。
- (2) 假定风向上吹，其方向与支承反力平行，风力为 300 kN/m^2 ，则塔架上缆索的压力须为确保保持接触所需压力的最少1.7倍。
- (3) 在任何情况下，任何滑轮的最小荷载为 500 kN 。

15. 塔架上纜索的偏轉

- (1) 就牽引纜或運載拖纜而言，每個滑輪上纜索的轉折角($\angle_H - \angle_L$)須不超過0.04弧度(2.5°)(如滑輪為硬襯片滑輪)或0.08弧度(4.5°)(如滑輪為軟襯片滑輪)。此外，與塔架纜索正切平均值垂直方向的最小塔架荷載，最好保持在纜索拉力的8 - 10%之間。
- (2) 導軌纜可以安裝在纜鞍上，這些纜鞍設有溝，可以固定纜索。導軌纜須能沿軸向自由滑動。至於滑輪的溝，其形狀須使纜鞍能盡量順滑地從一個跨度過渡至下一個跨度。為此，纜鞍半徑(R)須不小於250 d，而在纜鞍經過塔架時給予車廂的加速度 V_r^2 / R m/s²則須小於2.5 m/s²。在上式中：

d = 纜索直徑 (mm)

V_r = 纜索速度 (m/s)

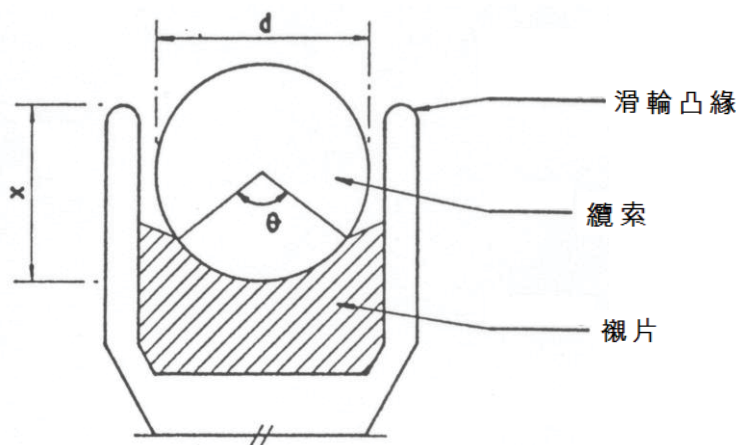
R = 纜鞍半徑 (mm)

- (3) 下壓塔架不得用於設有導軌纜的架空纜車。

16. 纜索的校準

如出現纜索出軌的情況，必須使用多種裝置以防止對乘客或設備造成傷害或損壞，並確保將風險減至最低。上述裝置詳載於本實務守則第19節，這些裝置是在纜索出軌時用來固定纜索，以阻止架空纜車繼續操作，直至將出軌問題糾正為止。

17. 滑轮凸缘



滑轮衬片详图

θ : 接触角度

对于受风力影响的典型滑轮凸缘，建议采用以下参数：

θ : 120° (硬衬片)

θ : 90° (软衬片)

若使用硬衬片，则缆索沟的半径应较缆索半径大5 - 10%。为确保有足够侧向承托，亦建议滑轮周边在侧视时须覆盖缆索直径最少75%的部分，即 $x/d = 75\%$ (在上式中， x 是指沟的整体深度)。

18. 导轨缆鞍的沟

缆鞍沟的深度应最少为缆索直径的50%。沟须为圆形，其半径须较缆索半径大10%左右。上述参数仅供指引；其实际形状会视乎车厢车轮的设计等因素而定。此外，还须考虑车厢通过缆鞍时的顺畅程度(参阅本实务守则第15节)。

19. 导缆装置和接缆装置

(1) 导缆装置、接缆装置(例如在缆索出轨时用以固定缆索的一组滚筒)和缆鞍沟的设计

须能在任何可预计的环境下防止出轨。如发生出轨事故，应透过安全电路的干预实时停止架空缆车的操作。

- (2) 牵引缆或运载拖缆的导向滚筒的直径及数目，须合适地设计以承受所有静态及动态应力。除此以外，导轨还须附有托架或突缘，以确保在发生出轨事故时，缆索不会脱离塔架。
- (3) 须设置机械夹扣，以便在强风情况下将缆索固定在塔架上。在强风情况下不许操作架空缆车。

20. 塔架上的保护装置

- (1) 须在每一塔架设置装置，以便在该塔架发生出轨事故时，实时停止架空缆车的操作。此一装置亦须能防止架空缆车恢复操作，直至已将出轨问题纠正为止。任何滚筒如用以在出轨事故时启动断路装置，而其重量与其他有相同外形的滚筒的重量不同，须清楚标明。
- (2) 此外，亦须在每一塔架设置类似装置，以便在塔架上的滑轮组(一组滑轮滚筒)因任何原因而出现偏离时实时停止架空缆车的操作。此一装置亦须能防止架空缆车恢复操作，直至已将偏离问题纠正为止。

21. 有关驱动和制动的规定

- (1) 驱动装置
 - (a) 架空缆车的主驱动装置须能在任何负载情况下操作。主驱动装置须能将架空缆车从静止状态启动至设计范围内任何选定的缆索速度。所有动力组件须能应付最坏的设计负载情况，包括在达到设计负载110%的超载情况下启动架空缆车。
 - (b) 主驱动装置亦须能推动架空缆车至《架空缆车(操作及保养)规例》(第211A章)第22(3)条所规定的检查缆索时不超过0.3m/s的缆索速度。
 - (c) 即使将架空缆车设计为自动控制速度，亦须设有人手控制速度的机制。实际上，人手控制的速度应选定为某常数(可容许最多±5%的误差)。
 - (d) 须监察和记录缆索的速度。此外，当缆索速度达到最高缆索速度的+5%时，应启动视听警报。当缆索速度达到最高缆索速度的+10%时，须自动停止架空

缆车的操作。(上述设定可因应架空缆车拥有人的决定使用较低的数值，拥有人须将设定数值提交署长。)

- (e) 任何缆车主驱动装置的最理想电源是电动机，其电力来自某主要电源或独立的辅助电源(例如柴油发电机)。须同时兼备上述两种电源，但须设有电动互锁装置以防止电动机同时从上述两个电源取电，亦须设置人手选择开关，以供人手选择电源用。
- (f) 须设置辅助驱动装置，该装置的电源须独立于上述电源。辅助驱动装置的电源须由主要电源或内燃机供应，并须在达到设计负载110%的超载情况下启动和推动架空缆车，而缆索速度不少于0.5 m/s。
- (g) 架空缆车有很大机会须承受极大负荷(例如作公共用途)，因此须设置额外的救援驱动装置，专门用以在主驱动装置和辅助驱动装置发生故障时拯救乘客。
- (h) 辅助驱动装置应推动驱动滑轮或主驱动装置的齿轮箱。救援驱动装置则应直接推动驱动滑轮，并且绕过主驱动装置。须设有足够的机电互锁装置以防止同时使用多个驱动装置。
- (i) 不同类型缆车的实际驱动方式将视乎架空缆车的设计、负载方式，以及个别装置所独有的其他多种因素而定。若主驱动装置不设齿轮箱并由低速电动机驱动(又称「直接驱动系统」)，应于切实可行的条件下尽量依循上述要求。

(2) 制动装置

- (a) 在可行情况下，架空缆车须具备三种制动系统。

- (i) 制动器

- 电动机由主驱动机推动。机械制动器可在驱动电动机的动力输出轴至驱动滑轮间的任何一处运作。

- (ii) 紧急制动系统

- 紧急制动系统须直接在主驱动滑轮的边缘上运作。

- (iii) 路线制动系统(只供于车厢上设有导轨缆紧急制动系统的往复式缆车使用)。

- (b) 此等制动系统须利用弹簧或锤砵发挥作用，弹簧或锤砵会保持制动装置经常关闭。在架空缆车操作时，须以液压伸缩筒将制动装置维持于敞开状态，有

关液压动力须由适当设计的液压动力组件供应。当液压系统(即液压伸缩筒、液压动力组件或附属管道)失灵时，须实时使用制动装置停止架空缆车的操作。

- (c) 制动系统的操作须与负载情况和缆索速度互相协调，以避免车厢过度摆动。制动系统可个别或联合使用，以提供渐进式制动效果。
- (d) 一般来说，最小制动效果须大于 0.5 m/s^2 (0.05 g)，而最大制动效果则须小于 2 m/s^2 (0.2 g)。
- (e) 任何安全装置或断路装置都须能切断驱动装置的电力供应，同时能启动制动装置。在找出导致安全装置或断路装置启动的原因前，不得恢复架空缆车的操作。
- (f) 任何制动系统部件的设计及制造均须方便检查及维修。所有部件的设计的安全系数须为5。每一个制动装置须能够在最高缆索速度和任何负载情况下停止架空缆车的操作。
- (g) 如架空缆车出现无故向相反方向行驶的现象，制动装置须自动启动。

22. 缆索

(1) 以下为与缆索有关的用语：

(a) 钢丝

钢丝是用以卷成钢缆的细丝，一般是将较大直径的钢条拉成细丝。英国标准 BSEN10264 (第1部至第3部)载有钢丝的规格。制造钢丝须经过一连串的模具过程，这些过程将钢条的直径逐步缩小。如有需要，还会将钢条模塑为所需要的形状。钢丝可加以镀锌。

(b) 索股

索股是将一束钢丝扭成某特定形状。索股所含钢丝数目和层数须视乎缆索的用途而定。

(c) 股缆索

股缆索是根据用途将若干条索股绕着一条中央索股扭制或「紧扣」而成；这

条中央索股称为索心，可用纤维物料或聚丙烯条制造。这些纤维物料可以是西沙尔麻或马尼拉麻(天然纤维)或聚丙烯(合成纤维)。

(d) 螺旋缆索

用单索股制成的缆索称为螺旋缆索。这些缆索一般为多层缆索，由圆形及预先成形的钢丝混合制成。预先成形的钢丝通常构成外层(及其他部分)，其设计为与邻近的钢丝紧扣，并称为紧扣卷圈状缆索。

(e) 导轨缆

导轨缆指仅为支撑架空缆车上的车厢而设计、制造或使用的缆索。这些缆索是双缆式单向型缆车或双缆式往复型缆车的车厢车轮行驶于其上的缆索。由于车厢能在紧扣式钢丝的表面上非常顺滑地行驶，因此导轨缆总是采用紧扣卷圈状缆索。

(f) 牵引缆

牵引缆指由驱动系统推动，并且仅为牵引架空缆车上的车厢而设计、制造或使用的缆索。这些缆索是发挥拖曳作用和牵引在导轨缆上行驶的车厢的缆索。牵引缆总是采用股缆索。

(g) 运载拖缆

运载拖缆指由驱动系统推动，并且为同时提供牵引缆及导轨缆两种功能而设计、制造或使用的缆索。这类缆索一般用于单缆式缆车和双重单缆式缆车，这两种缆车的车厢(永久或暂时)系在不断来回行驶于两个缆车终站之间的运载拖缆上。运载拖缆总是采用股缆索。

(h) 缆索的捻向

捻向是缆索内钢丝的结构。例如，股缆索每一条索股的钢丝都可以扭成与缆索螺旋相同的方向(Lang's或平行缆式捻向)或相反的方向(交叉或普通缆式捻向)。缆索的实际捻向视乎用途、负载和位置而定。

(i) 预先成形

预先成形是制造缆索过程中的一种技术，用以将个别的索股扭成螺旋形，以确保索股附在缆索上而不致松开。

(j) 缓后成形

缓后成形是一种类似技术，用以在缆索制成后防止缆索在没有拉力作用下出现扭结和绞缠。

23. 缆索的一般规定

(1) 一般规定

- (a) 缆索须尽量制成单一长度。在形成缆索螺纹的过程中，以及在缆索正常操作时，须尽量避免出现扭结或「绞缠」。
- (b) 钢丝上焊接点的分隔距离最少须为钢丝纹距的6倍。500米长缆索的焊接点数目不得多于缆索内钢丝的数目。
- (c) 为预留基本数据以备于操作期间检查缆索时作比较用，建议在开始操作前，用一种电磁测试仪器(钢缆探伤仪)或其他可以探测钢丝损伤的非破坏性测试系统，对新缆索作出检查。

(2) 润滑

在钢丝的制造过程中必须对钢丝添加润滑剂，任何纤维核心亦须用类似物料浸润。架空缆车启用后，须按需要依照缆索生产商的建议，每隔一段指定时间用指定的方式为缆索添加润滑剂。所用润滑剂(最好用同一种润滑剂)不得对缆索可能接触到的任何缆车部件产生化学或腐蚀作用，尤其是滑轮和滚筒上的橡胶衬片。

24. 缆索的特别规定

(1) 导轨缆

- (a) 应使用紧扣卷圈状缆索。具有圆形外钢丝的股螺旋缆索(「Hercules」缆索)则不宜使用，除非是用以更换现有系统的「Hercules」缆索。
- (b) 导轨缆通过缆索拉紧力调节系统保持固定拉紧力，而导轨缆两端可加以固定。若采用后者的安排，则缆索的最高拉应力并不固定，须在计算时考虑温度及负载变化的影响，以及在操作期间进行量度以验证计算结果。在此情况下，须备有量度和调控缆索拉力所需的设备。

- (c) 铺设导轨缆时，导轨缆拉力的实际破断负荷最少须为操作期间最大设计轴向负荷的3.3倍。
- (d) 有关最大轴向应力的计算须考虑缆索拉紧力调节系统对导轨缆的拉力、缆索的重量(与水平差有关的重量分量)、缆索对在缆鞍上滑行的阻力，以及对拉紧力调节装置运行的阻力。导轨缆与垫有青铜或其他类似物料的缆鞍之间的摩擦系数可假设为：紧扣卷圈状缆索为0.10，股螺旋缆索则为0.15。缆鞍如为钢制，上述系数须增加20%。
- (e) 至于导轨缆的横向载重，同样必须考虑车厢车轮的实际最高值，该等最高值限制弯曲的效果，并且已把导轨缆的实际最小拉应力考虑在内。

(2) 牵引缆和运载拖缆

- (a) 应使用股缆索。牵引缆或运载拖缆一般须通过缆索拉紧力调节系统保持标称拉力。
- (b) 缆索的最大轴向负荷与破断负荷的计算值进行比较时，须使用4.5作为安全系数；但在此情况下，在决定最大轴向负荷时须考虑缆索的容许摩擦阻力。
- (c) 在计算牵引缆或运载拖缆的最大轴向应力时，须考虑以下因素组合所引致的最坏情况：
 - (i) 缆索拉紧力调节系统；
 - (ii) 缆索重量和载重车厢重量的分量，车厢的重量须视为平均分布于缆索上或视作独立负载；
 - (iii) 拉紧力调节装置的摩擦阻力；以及
 - (iv) 缆索滚筒的行走阻力(对于具有弹性衬片的滚筒而言，一般计算为每个滚筒受到3%的负荷)，以及加/减速时的惯性力。

(3) 拉力缆

- (a) 拉力缆一般属于具有一层索股的普通捻向结构的索股类型或弹性全紧扣卷圈状类型，其他具有不同结构的缆索则不宜使用。
- (b) 一般来说，缆索的最大轴向负荷与最少破断负荷进行比较时，须使用5.5作为安全系数。

(4) 电话及信号缆

- (a) 建议使用有镀锌钢丝的股缆索。其他类型的缆索只可在操作期间已证实具有足够强度并且适合作有关用途，方可使用。

- (b) 电话及信号缆的安全系数最少须为最大设计轴向应力的3.3倍。作电话及信号用途的缆索在最坏的操作情况下不得与车厢或导轨缆 / 牵引缆 / 运载拖缆接触。为达致此情况，承托物、塔架和锚具点的设计须确保架空缆车的安全及操作不受影响。

25. 尺寸

(1) 缆索安全系数值概览

安全系数一般界定为缆索的实际拉力破断强度与操作期间的最大轴向应力之间的比例。在铺设缆索时，此一系数不得小于以下数值：

(a) 导轨缆	3.3
(b) 牵引缆	4.5
(c) 运载拖缆	4.5
(d) 拉力缆	5.5
(e) 电话及信号缆	3.3

(2) 横向载重

- (a) 车厢的车轮数目须确保每一车轮所传送的最大横向载重不超过导轨缆在有关位置的最小轴向拉应力的1.25%；倘车轮的沟用弹性物料作为衬片，则上述比例可增加至1.67%。滑轮衬片上缆索的压力上限为 $5 \times 10^5 \text{ N/m}^2$ (0.5 kg/mm²)。至于塔架滑轮对导轨缆施加的横向载重，须引用本实务守则第14节的规定。夹扣对牵引缆或运载拖缆施加的最大横向载重应参考EN 12927-2。
- (b) 若在同一跨度有多辆车厢，则在以下情况下须考虑该跨度两端缆索与水平线所形成的角度：
- (i) 载重的车厢
 - (ii) 空的车厢
- (c) 跨度两端角度正切的差不得大于0.15。

26. 绞接和缆索的接驳方法

(1) 绞接

如须对牵引缆或运载拖缆进行绞接，则只可由经证实具有所需技能的技工进行。绞接处的尺寸可依照缆索制造商的建议，只要符合BS EN 12927-3的要求便可。其主要要求及其他建议如下：

- (a) 长绞接处的总长度不得少于 $1,200 \times$ 缆索的直径。
- (b) 两个绞接处之间的最短距离不得少于 $3,000 \times$ 缆索的直径。
- (c) 绞接后缆尾的长度不得少于 $60 \times$ 缆索的直径。
- (d) 运载拖缆或牵引缆整圈内不应有多于两个绞接处。
- (e) 受损坏的单一索股可予以替换，只要损坏部分只局限于该索股便可。替换索股的长度最少须为 $300 \times$ 缆索的直径或新绞接处总长度的25%，以较长者为准。
- (f) 在任何绞接处或替换索股上，缆索直径变化幅度不得大于标称直径的 $\pm 10\%$ 。
- (g) 任何绞接处或替换索股均不得对缆索的强度造成重大影响。

(2) 缆套

- (a) 缆套是在导轨缆末端将钢丝(一束)张开的末端铸成白色金属的合金而制成。制成的缆套呈锥形，可作为适当的锥形缆套(或套筒)内的楔子。倘获署长批准，亦可使用其他合适的物料。
- (b) 如须使用末端缆套，必须小心安装。因此，只可聘请专门从事这项技术(制造缆套和选择正确材料)，且能证明具有这方面经验的公司进行这项工程，除非缆车公司本身有合格的雇员，具备此项工程所需的适当经验。在操作时，应能易于接近缆索末端以便进行检查。缆套须用白色金属填塞，这种白色金属可用于任何临界温度以下，临界温度会改变钢丝的冶金或机械性能。
- (c) 帽盖内钢丝的分布须使负荷平均分布，并使缆索离开缆套时不会形成弯矩。
- (d) 安装末端缆套时，须作出横向参考记号，使任何位移清晰可见。
- (e) 末端缆套的强度最少须等同缆索的强度。

- (f) 须保护末端缆套，以防止水或其他任何可能带腐蚀性或可能影响末端缆套完整性的物质进入末端缆套。

27. 缆索的测试及核证

(1) 测试

- (a) 测试及批核(或拒绝批核)缆索的全部程序载于BS EN 12385或ANSI B77.1。英国标准并无专门有关架空缆车股缆索的内容，亦没有半紧扣或全紧扣缆索的内容，但是英国标准所提到的程序完全适用于此用途，因此应引用该标准。
- (b) 测试报告须包括下列项目：
 - (i) 供测试用的钢缆的完整说明，包括钢丝的数目、排列、级别、索心类别和标称破断强度；
 - (ii) 缆索的实际直径；
 - (iii) 测定的破断强度；
 - (iv) 理论破断强度和受测试钢丝的尺寸；以及
 - (v) 受测试钢丝的实际挠率。

(2) 核证

缆索经过测试和批核后，除了取得欧盟的安全部件符合标准声明书，以及用EN12385-9或同等标准进行测试后获颁发的EN10204-3.1检查证书外，署长可要求由独立测试机构进行个别的钢丝测试检查，以取得EN10204-3.2检查证书作覆检。

28. 更换缆索

- (1) 如有以下情况出现，应更换架空缆车的缆索：

- (a) 与首次安装时比较，缆索直径已缩减10%或以上；

- (b) 任何长度相等于缆索直径30倍的已折断金属丝的数目，超过金属丝总数10%或以上；
- (c) 不论何种原因，强度的估计损失量达到10%，有关的估计方法须向署长呈交；
- (d) 缆索的外钢丝出现过度损耗，引致直径(径向)缩减了25-30%；
- (e) 钢丝变松(变松了的钢丝应视作已折断)；
- (f) 缆索变形；
- (g) 腐蚀；
- (h) 缆索的状态或其性能令人对其完整性及操作安全性产生怀疑。

注：情况(a)及(b)是《架空缆车(操作及保养)规例》(第211A章)(简称「该规例」)第21条的规定，应参考该条例有关情况(a)及(b)的详细内容。

29. 有关滑轮、储存鼓及卷缆轴尺寸的建议

(1) 一般建议

- (a) 如将钢丝绳索扭或绕在滑轮、车轮或储存卷缆轴上，缆索的内含钢丝会被屈曲，因此须确保此类移动不会令缆索受到过多应力。在扭曲点，外部钢丝承受拉力(或压力)与弯曲应力的合力的最大部分。本节旨在提供有关最小可容许弯曲半径的指引，以确保钢丝的耐用性。
- (b) 由于缆索具有非常复杂的形状，难以进行全面分析，因此其最小弯曲半径受到若干限制，这些限制是基于实验假设和实际经验。由于钢丝之间以及索股之间的摩擦，缆索已具有一些潜在特性，大大限制了它在弯曲及屈曲方面的性能。除了弯曲应力外，钢丝及 / 或索股之间亦有摩擦。正因为此一原因，须定期为缆索加润滑剂，以尽量减少这方面的影响。
- (c) 下述限制须与本实务守则第14及15节有关塔架滚筒负载和塔架缆索偏转的内容一并考虑。

(2) 牵引缆及运载拖缆

建议使用以下尺寸：

<u>类别</u>	<u>尺寸</u> (在所有情况下均 应使用较大的尺寸)
(a) 配合移动缆索的滑轮直径	× 80 缆索直径

(3) 导轨缆

建议使用以下尺寸：

<u>类别</u>	<u>尺寸</u> (在所有情况下均 应使用较大的尺寸)
(a) 配合移动缆索的缆鞍半径	× 250 缆索直径
(b) 用于摩擦式锚具的固定储存鼓直径(缆索须围绕储存鼓至少三次)及配合静止缆索的缆鞍直径	× 65 缆索直径
(c) 将缆索从直线转向缆索拉紧力调节装置的滚筒串半径	× 150 缆索直径

(4) 锚具点

(a) 导轨缆在其周围锚定的储存鼓须具备两种固定设计：

- (i) 固定锚具
- (ii) 可调校缆索的可控制锚具

需要用以检查缆索锚具的设施。

(b) 锚具点须能调校，使导轨缆得以沿纵向移动。在此方式下，缆索朝缆鞍方向的接触面积可能会改变。

(5) 拉力缆

(a) 拉力缆的偏转滑轮 $\times 40$ 缆索直径
(这些滑轮的沟须属于
具弹性类型)

(b) 如果这些滑轮不会活动， $\times 20$ 缆索直径
有关尺寸可以减少。

(6) 储存鼓及卷缆轴

在储存鼓上运输及储存缆索，鼓筒的直径不应少于下列数值：

(a) 导轨缆 $\times 40$ 缆索直径

(b) 股缆索，例如Lang' s捻向 $\times 25$ 缆索直径

(c) 股缆索，例如具弹性的 $\times 19$ 缆索直径
股缆索(多索股)

在储存时，储存鼓应被支撑离地，轴向垂直。应有设施定期旋转储存鼓，并完全保护缆索，以避免受到风化、渗水和与尘埃及任何种类的碎屑接触。

30. 缆索拉紧力调节系统

(1) 须使用对重装置、液压系统或其他适当装置，使架空缆车的缆索在任何操作模式下均保持拉力。所有用来提供拉力的装置均须有足够行程，以适应各种正常操作情况，包括负载模式和周围温度的转变。

(2) 缆索拉紧力调节系统须设有监察设备，以便自动防止超出设计限度的操作情况。

(3) 液压拉紧力调节系统

(a) 液压伸缩筒的行程须足以应付负载和温度方面的各种正常操作变化。

(b) 液压拉紧力调节系统的泵的最小安全系数须为5，除非在连接伸缩筒与泵的管

道中使用高速控制阀或流量控制装置。控制阀须设定为承受正常操作压力两倍的压力。

- (c) 须监察每个液压伸缩筒的液压，并将其保持在设计压力限度内，即设计上限和设计下限之间。当液压下降至低于设计下限时，液压拉紧力调节系统的泵应自动运作，使液压伸缩筒内的液压上升。当液压达到设计上限时，液压拉紧力调节系统的泵应自动停止运作。如液压下降至低于设计下限，应发出影像和有声的警报。
- (d) 应为每个液压伸缩筒设置液压计。
- (e) 应妥善安装所有喉管。

(4) 对重装置

对重装置和拉力缆索的实际配置(即双重滑轮、链等)须因应特定地点而设计。如将若干条拉力缆平行排列，应采取一切预防措施确保拉力均匀分布于各条缆索。以下为有关对重型缆索拉紧力调节系统的规定：

- (a) 对重装置的移动范围(对重装置井)须完全密封，不可让水或碎屑进入该范围。
- (b) 对重装置井的设计须能在所有操作及天气情况下在任何位置(包括缆索的延长部分)容纳对重装置。
- (c) 在对重装置井的上端和下端须安装防震装置，以便将对重装置顺滑地回复静止状态而不致造成损坏。在最坏的操作情况下，对重装置亦不得接触或停留在对重装置井的底部，在任何时间均须预留及保持足够间隙。
- (d) 如有需要，可安装减震装置以减少对重装置的快速振动或带破坏性的振动；考虑到本实务守则有关章节所规定的安全系数，上述装置不得引致缆索出现巨大拉力。
- (e) 对重装置的移动范围须畅通和没有障碍。须安装有关对重装置活动及移动位置的遥距显示器，以监察对重装置的位置。上述显示器须放在适当位置，以便能在对重装置井外面容易看到显示器的读数。
- (f) 须在对重装置移动范围的可接受界限安装感应掣；当对重装置位置在特定水平时须引致这些感应掣断路。
- (g) 对重装置井须有充足防卫以防止未经授权人士进入对重装置井。

- (h) 对重装置的所有部件须能容易接近，以便进行检查。
- (i) 如使用多于一条拉力缆，须将负荷平均分配于各条拉力缆。
- (j) 拉力及锚具设备的地基有关移动及翻倒的安全系数不得少于1.5。计算此一系数时须假设地基是不受阻碍的，即没有考虑土地应力的因素。

31. 通讯

- (1) 车站与车上乘客或其他操作人员之间有需要经常保持充分的口头联络，尤其是在紧急情况下。因此，须提供下列形式的通讯设备，以确保在任何时间均能进行有效的通讯。

- (a) 电话

所有终站均须接驳公共电话服务。除了此一规定外，亦须设有内部电话系统，接通缆车的各个主要部分。

- (b) 无线电通讯系统

须设有无线电通讯系统，该系统须取得通讯事务总监的批准。该系统不得对本港其他类似系统造成干扰。至于设有服务员的架空缆车，则须在车厢内设置无线电通讯系统，以便在车厢与车站之间进行通讯。

- (c) 广播系统

设有多个车厢的架空缆车路线须设有广播系统，并确保路线上任何部分均能听到广播。此外，亦建议设置手提扩音器，以便在紧急情况下进行「现场」通讯。须确保在任何时间均有以上最少一种通讯模式可资使用。任何用于传送电力系统的电缆均须予以适当保护和隔离；任何悬垂电缆的强度均须符合本实务守则第25节的规定。

32. 车站

- (1) 结构

建筑结构及设施须依照《建筑物条例》(第123章)的规定建造。车站大楼的设计须

考虑所有加于其上的力，包括本实务守则第13节所述的缆索拉力和地震荷载。

(2) 入口通道

- (a) 每个车站均须设有排队范围供乘客登车，排队范围须足够大，以应付最大乘客流量。
- (b) 车站的设计及规划须确保入口及出口即使在最大乘客流量时亦保持畅通，使乘客的流动尽量畅通无阻。须因应一般的乘客流量为候车乘客提供足够的遮盖范围。

(3) 禁止进入范围

- (a) 不得让乘客进入放置机器或操作设备的任何范围，只可让乘客进入登车和下车的范围。
- (b) 所有机器及设备须有足够防卫，并须设有减少噪音设施。驱动齿轮和回转偏转装置须予以保护，以抵受风化作用。

(4) 登车范围

对于车厢不断运行的车站，其登车范围须有足够空间容纳轮候登车的乘客。在任何情况下，均须因应一般的乘车流量，为候车乘客提供充足的有上盖或遮蔽的范围，使乘客免受日晒雨淋。在任何时间均须设置足够的公共卫生设施。

(5) 紧急照明

车站的紧急照明须由可靠的电源供电，此类电源应符合消防处发出的《最低限度之消防装置及设备与装置及设备之检查、测试及保养守则》。

(6) 防火

消防处处长收到建筑图则后，会负责订定有关车站的拟议用途的规定 / 建议。此外，车站需要适当的管理，特别是良好内务管理、有效控制乘客、畅通无阻的入口 / 出口等，对于防火是十分重要的。须遵从消防处处长有关这方面的任何规定。

(7) 告示

须在每个车站的显眼位置张贴下列告示，并确保告示保持良好状况：

- (a) 中英文告示，载述该规例所规定的信息，并就有关移动中的机器的危险发出警

告；以及

- (b) 以红或黄色作为底色的中英文告示，就有关在车站及缆车沿线附近的火警危险发出警告。

33. 控制及安全电路

(1) 信号显示

所有控制及安全电路均须用指示灯或有声警报器监察及显示信号，上述警报器不得采用容易与任何电话铃声混淆的声响。

(2) 可控制性

所有控制及安全电路均须放置在控制室内易于接近的位置。操作控制装置须放置在控制室内，以便能以任何合适的模式操作及控制缆车。控制室应位于其中一个车站，其位置应能以最佳角度看到缆索，并应接近通常操作的位置。

(3) 自动操作

- (a) 安全电路须自动操作，而安全电路的设计须能使任何电路均能停止架空缆车的操作。在启动安全电路后，应能在修妥故障后回复运作。控制室须清楚显示保护电路的操作状况，以提供有关故障类型和发生地点的数据。
- (b) 应在各个终站加倍设置上述电路。
- (c) 如在车厢通过中间塔架时需要减速的缆车，须设有适当的控制系统，以便能自动进行减速。

(4) 服务员控制装置

设有服务员的车厢须设有停止架空缆车操作的设施；该等设施应独立于车站内的控制装置。

(5) 桥式线路

如果控制电路运作不良或失灵引致故障，则在某些情况下，可容许使用桥式线路绕过设备的故障部分。此类装置应有正确设计，并在设计文件中清晰说明其功能。一

般认为，如有妥善设计的桥式线路，便可以避免误用和对设备造成更多损坏。不过，这类电路须由负责的人员监督使用，并在任何情况下均不得违背安全原则。

(6) 双缆或三缆系统的拉力限度

如果牵引缆的拉力超过最坏操作负载情况下最大容许设计拉力的1.4倍，双缆或三缆系统的操作便须自动停止。须使用开关掣启动出轨及 / 或滑轮偏离的显示设备，这些开关掣须经过小心检查和重新设定后才可重新启动暂停操作的架空缆车。

(7) 关门联锁

须设置装置以停止或防止未关门的车厢离开车站。

(8) 紧急停止掣及终点缓冲器

(a) 须在车站设置紧急停止掣，以便在紧急情况下让有关人员停止缆车。

(b) 对于往复式缆车，须在终站设置车厢终点界限感应掣。亦须安装其他装置，包括缓冲器和控制器，以便自动停止缆车。

(9) 软件绕道功能

由合格的人基于确保安全及不会对乘客及缆车构成风险的考虑下确认并使用于非危急性部件/系统错误的绕道，可以透过控制软件的模拟方式实行(软件绕道功能)。这个功能应具有密码保护或需要用绕道钥匙启用，或两者并用。使用软件绕道功能的日志记录需要自动储存于缆车的监察系统，以作追查用途。

34. 塔架

(1) 塔架可用钢、预应力混凝土或钢筋混凝土制造。在任何情况下，其设计及建造均须考虑下列因素：

(a) 有关计算须综合考虑塔架和缆索压力；

(b) (i) 活动缆索经过时的摩擦力所产生的水平负荷
(一般认为是缆索总压力的3.0%)，或

(ii) 缆鞍上导轨缆的滑动摩擦
(一般认为介于1.3 - 1.8%之间)

- (c) 路线上车厢的负荷，此负荷被视作静止和分配于各塔架上；
- (d) 风力和地震荷载(参阅本实务守则第13节)；
- (e) 缆车操作期间对塔架产生作用的所有动力均须予以考虑，在所有简化计算中均须以3作为最低安全系数。至于具体的计算，应参考BS EN 13107；
- (f) 在设计地基的整体稳定性时应使用《斜坡岩土工程手册》。如果只考虑结构的自重，则不论地基操作与否，或在最坏负载情况下，防止地基上升的安全系数须不少于2.0。此外，亦需要极高水平的锚具系统，尤其是防腐蚀的锚具系统。地基或结构部件的设计应防止出现不均匀沉降。
- (g) 滑轮组和缆索导线须因应缆索的通过自行调校，而塔架则须保持固定挠率，在最坏的情况下，其最大位移亦不得使滑轮或缆索导线中心线的横向移动幅度超过塔架上最大缆索直径的20%。
- (h) 可用机械方法将塔架缚上，以防止其弯曲或翻倒。弹性钢缆不可用于此用途。
- (i) 须使用易于从滑轮提起缆索的方法。
- (j) 结构须包括安全装置(即固定爬梯、行人道和安全扶手)，以方便进行维修及救援行动。须在塔架上设置永久锚具点以安放供维修人员或救援人员使用的防跌装置。
- (k) 塔架的数目和间隔须维持必要的间距(参阅本实务守则第6节有关最大梯度和缆索偏转的部分)。
- (l) 用于建造塔架的物料须在各个表面(包括管道内部和空心部分)加以足够保护。
- (m) 塔架须从较低的车站起顺序编号，这些编号须能在距离200米处清晰可见和辨认。

35. 有关车厢的考虑因素

(1) 车厢的参数

车厢是悬挂在缆索上用以运载乘客的车辆。有多种类型的车厢，全部均须符合某些基本设计要求，现将这些要求详列于下：

- (a) 关于车厢的速度和间隔，须确保缆车的自然频率在任何速度或负载情况下均与天气因素或任何外力所引致的振动频率无关。
- (b) 每个人一般假设为等同75千克的重量。
- (c) 如车厢的设计合适，则车厢内可容许乘客站立。
- (d) 每辆车厢的登车时间须根据登车环境及车厢种类调设至安全及容易登车的长度。
- (e) 在简化计算中，结构、吊架和所有承重部件的安全系数最少须为4。至于具体的计算，应参考BS EN 13796-1。
- (f) 设计的计算须考虑操作过程(包括疲劳荷载)中会遇到的所有静态和动态力，例如车身净重、乘客负荷、风力、塔架的惯性力、开始加速和制动。
- (g) 车厢外壳的设计须能防止乘客在发生意外时被抛出车外，并须设有防止乘客走出密封式车厢的设施。此外，所有门应由人手或自动从外面关上。除了设有服务员的车厢可由服务员在车厢内开关门外，所有门的设计不得由车厢内部开关。
- (h) 所有车厢须提供足够的自然通风。任何窗户都须有适当防护设施，以防乘客掉出车厢外或触摸缆车的其他部分。窗户的透明物料须为防碎物料。

(i) 车厢的最小尺寸

(i) 企位：

地面面积 $A = N/6$ 平方米

($N =$ 乘客人数)

高度 $H = 2.20$ 米

(ii) 座位：

座位阔度 $W = 0.5$ 米

地面面积 $A = 0.33$ 平方米(每名乘客)

- (j) 设有企位的车厢须设置足够的扶手等设施以方便乘客。往复式缆车的车厢须设有显示超重的声响装置；如车厢超重，缆车须自动停止操作。
- (k) 车厢的所有结构部件须容易接近以便进行检查及维修。所有内部及外部表面须予以保护以防止腐蚀。

- (l) 车厢的吊架在纵向须设有有关节，并予以减震以防止吊架过度摇摆。
- (m) 对于用滚筒行驶的车厢，滚筒的数目须使每个滚筒的负荷符合本实务守则第25(2)节所载的限制。
- (n) 对于在缆索上设有制动设施(例如制动装置)的车厢，车站其他制动设施的设计须能抵销速度的急剧转变。此类制动设施不得对缆索造成损坏。
- (o) 缆车车厢应尽可能以不易燃物料制造。

(2) 载客量

- (a) 应妥善设计车厢(包括吊架)，以配合额定载客量。须将有关车厢(包括吊架)设计的计算提交署长，以作为支持其设计载客量的理据。在设计载客量时，应考虑乘客上落的因素。
- (b) 每个车厢均须展示额定载客量，所有资料均须以中英文显示。

(3) 速度

- (a) 随着缆车技术的发展，缆车的最高容许速度自然会有所增加。缆车因加速或减速而带来的速度转变，不应引致乘客感到不适。以下列出现时的建议最高安全速度，惟有关建议并不妨碍在行驶速度方面继续作出改进：

(i)	吊船(单向型密封式车厢)	
	单缆式	6.0 m/s
	双重单缆式	7.0 m/s
(ii)	升降椅(单向型开放式车厢)	5.0 m/s
	(详情参考BS EN 12929-1)	
(iii)	单向型双缆式	
	用一条导轨缆	7.0 m/s
	用两条导轨缆	8.0 m/s
(iv)	往复型双缆式	12.0 m/s
(v)	过塔往复型双缆式	
	用一条导轨缆并设有服务员	10.0 m/s
	用两条导轨缆并设有服务员	12.0 m/s
	用一条导轨缆，不设服务员	7.0 m/s
	用两条导轨缆，不设服务员	8.0 m/s

须提交数据(包括有关缆车设计的计算、工作参考编号、地区风力情况等)证明架空缆车可在许可的风力情况(包括风速和风向)下以设计速度运作，以供署长

批核架空缆车的设计速度。署长所批核的架空缆车设计速度可以低于上列的速度。

- (b) 如车厢以固定速度行驶供乘客上落，其最高速度不得超过0.25 m/s。
- (c) 必须再次强调，任何系统最高速度的设计均须注重安全，并须注意设计、操作及维修缆车的难度大致与速度的平方成正比。在设计架空缆车时，乘坐的舒适度也是一项重要的考虑因素。

(3) 间隔

两个相连车厢之间的最短距离不得少于最坏负载情况下停车距离的1.5倍。

36. 车厢与缆索的连接

(1) 往复式架空缆车

往复式架空缆车一般设有两个大型的车厢，在单一卷圈的牵引缆上朝相反方向行驶，并悬吊在一条或多条导轨缆上。卷圈并非绞接，而是由两条缆索组成。卷圈两个部分的末端通常用套筒联轴节直接接驳到车厢的车轮转向架。实质上联轴节由缆套组成，在这种结构中，每条钢丝用机械方法分散和夹住，或铸成白色的金属模。上述装置是永久性的，其拉出力须等于牵引缆的强度。

(2) 单向型架空缆车 - 永久或固定夹扣类型

- (a) 有多种夹扣可用于此种用途，其中最常用的是可用螺丝调校方法夹在缆索上的那一种。这种夹扣用弹簧(碟式弹簧)保证缆索上的夹扣压力。夹扣的设计使夹扣能够绕过驱动和回转滑轮。
- (b) 用以连接车厢及运载拖缆或牵引缆的装置，须能在受到不少于三倍车厢的应力情况下，阻挡沿缆索滑动的倾向；上述应力是车厢在负载情况下沿缆索在最高斜度时的轴向应力。惟须注意，上述应力不得低于负载车厢的重量。

(3) 单向型架空缆车 - 可拆除夹扣类型

- (a) 这类夹扣能因应缆车运作而从运载拖缆或牵引缆松脱，并在车站设有装置自动将夹扣与缆索夹住和松脱。
- (b) 用以连接车厢及运载拖缆或牵引缆的装置，其构造须能防止任何意外松开(松脱)的危险，而且夹力不得下降至低于防止滑动所需的最低压力。可用弹簧(螺

旋或碟式弹簧)作为紧握装置以满足上述条件。

- (c) 用以连接车厢及运载拖缆或牵引缆的装置，须在受到不少于三倍车厢的应力情况下，阻挡沿缆索滑动的倾向；上述应力是车厢在负载情况下沿缆索在最高斜度时的轴向应力。惟须注意，上述应力不得低于负载车卡的重量。
 - (d) 即使假设缆索直径较标称直径减少10%，并在计算中将夹口与加滑缆索间的黏附系数值设定为0.13，仍须自动保持防止滑动所需的阻力。如所用夹口有特别形状，则用于计算中的系数值须予以测定。
 - (e) 须用适当的器具定期检查夹扣防止滑动所需的阻力，这些器具须能迅速确定有关数值。
 - (f) 夹扣的形状和沟纹的样式须能自行调节，并顾及车厢容许的最大侧向摆动。
 - (g) 须在连接点设有校正缆索和车厢速度的设施。
 - (h) 在夹扣夹住运载拖缆或牵引缆时，车厢与缆索的速度误差不得高于缆索速度的20%。
- (4) 检查夹扣的效能
- (a) 可将车厢自动系上及脱离牵引缆或运载拖缆的缆车须设有装置，能够自动检查缆索上夹扣的完整性和对滑动的阻力。
 - (b) 由于夹扣可能会在缆索上滑动，故建议采用以下条件以保障操作安全：
 - (i) 须在车站设置装置，用以检查夹扣是否完全夹紧并系在缆索上。
 - (ii) 须设置装置，透过量度夹力的相关参数，以测试夹扣的效能；此一装置会在每个车厢启动后自动作出检查。
 - (iii) 须设置装置，检查车厢是否与移动中的缆索分开。如车厢未能正确地与缆索分开，须有设施停止缆索，并将车厢安全地停下。

37. 避雷装置、接地和风速显示器

(1) 避雷装置

须为架空缆车提供足够并经适当证实为有效的避雷装置。每个塔架须适当接地，使

最大接地电阻为英国标准BS EN62305: 2011或相等的《保护建筑物免受雷殛实务守则》所规定的10欧姆。可容许将两个或以上的塔架在电力上接通，以达到上述要求。

(2) 接地

所有电力设备须根据《电力(线路)规例工作守则》予以接地。

(3) 风速显示器

须设有发出高风速指示及警告的仪器。由于风力情况可能呈地区性，建议加倍设置可发出警报及 / 或具有风速制动功能的显示器。

(4) 天气监察系统

(a) 天气监察系统须提供实时的天气信息予缆车的操作人员，包括缆车沿线的风速显示器数据，以及香港天文台对缆车沿线附近发出的雷暴、暴雨及强风数据和警报。另外，当数据达到缆车操作的默认警告限值时，应发出声音信号以提醒有关工作人员。

(b) 操作人员于缆车运作期间须备有有关缆车附近的最新天气情况数据。

38. 须提交的资料

(1) 署长规定须提交整套工程绘图，连同充足的数据和计算，以作为支持有关设计的理据，以及本实务守则第4节所提到的附加数据及文件。

(2) 署长亦可根据该条例第8条及该规例的规定，要求提交有关下列各点的资料：

(a) 有关设计是安全的；

(b) 有关计算包括了足够的误差限度(任何误差均须予以评估，并有充足理由)；

(c) 已考虑偏心荷载和疲劳荷载的因素；

(d) 已考虑天气、地形和土力因素；

(e) 计算中没有含糊之处，有关程序是不解自明的；

- (f) 所有安全因素均已清楚订明，并有充足理由；
 - (g) 有关缆索剖面(静态及动态)的最佳及最差情况；
 - (h) 在滑轮、塔架、驱动轮及回转滑轮的缆索性能；
 - (i) 操作中的缆索拉紧力调节系统的移动(预计)及延长运作；
 - (j) 所有固定装置及锚具装置的强度及稳定性；
 - (k) 符合本实务守则所提到的相关建议，或者解释不符合建议的理由；
 - (l) 缆车运作高度可靠，并具备足够的应急和救援设备；
 - (m) 关于架空缆车设备和安装工程的质量保证；
 - (n) 关于架空缆车的安装方法，包括全面的工作危险、风险评估和应急计划；以及
 - (o) 关于缆车项目小组的组织架构图、安装计划、项目小组成员的资历和人力资源计划。
- (3) 本守则订明须提交的文件，可以采用纸本或电子形式提交。电子形式提交的文件格式应为通用格式，并依照署长不时发出的通函所指明的格式。

39. 更改规定

为免产生疑问，现声明署长有酌情权在任何特定情况下更改本实务守则的任何规定。

术语及定义

架空缆车是高度专门的范畴，因此有一些看来异于寻常的术语及定义。为使问题简化，现增设本节，以提供一个架空缆车工程基本用语一览表。在某些情况下，亦包括一些常用的别名。

缆索：

架空缆车的缆索总是指包含多股钢丝及 / 或螺旋缆索(参阅正文)的钢缆。在某些情况下，缆索可能会含有纤维索心。缆索中钢丝(或索股)的排列视乎缆索的用途而定。

塔架：

塔架是沿架空缆车路线分布的钢制或混凝土结构，用以支撑或压低缆索，以保持正确的形状和拉力特征。

路线：

从平面角度观察的缆车轴线。

车站：

位于缆车路线的建筑物。乘客只可在车站登车、转车或下车。

转向站：

缆车路径侧向出现变化所在地点的结构。

车厢：

(又称车卡；吊车；吊船；吊椅) 车厢是运载乘客的车辆。

吊架：

吊架是从缆索至车厢的承重结构。

夹扣：

夹扣是用以将吊架系上缆索的装置。

横向：

垂直于路线的方向。

滑轮/滚筒：

用以偏转和引导缆索方向的旋转式支撑。

滑轮组：

(又称滚筒组)位于支撑结构上的一组滚筒，滚筒一个接一个排列，用以改变移动中的缆索的方向。

钢缆探伤仪：

钢缆探伤仪是用来探测缆索是否有断裂或损坏钢丝的装置。此类仪器一般根据电磁原理操作；任何断裂或损坏钢丝均会对仪器的传感器产生干扰，仪器会持续记录此等干扰，并能显示于屏幕上。

双缆式或三缆式：

双缆式或三缆式缆车是可以让车厢滚筒在一或两条静止缆索(称为导轨缆)上行走的缆车。这种缆车的动力由连接支撑滚筒转向架的牵引缆提供。

单缆式：

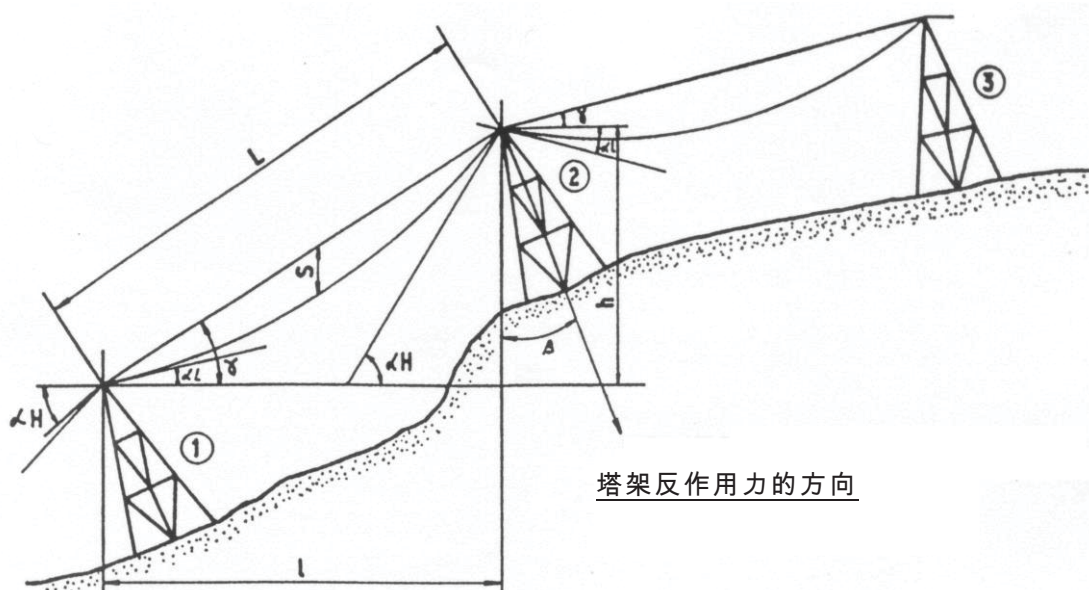
单缆式缆车的车厢直接与一条单缆连接，这条单缆同时发挥运载和牵引的作用。至于双重单缆式缆车，其车厢直接与两条运载拖缆连接。

对重装置：

对重装置是透过多种方法自由悬垂于缆车缆索上的大型钢块或混凝土块。通过此方法，可以让缆索保持固定不变的拉力。

其他术语及定义可参阅英国标准BS EN 12385-2:2002 + A1: 2008 Steel Wire Ropes – Safety – Part 2: Definitions, designation and classification。

参数的定义



(1)、(2)等：塔架编号

l ：跨度的水平部分(米)

h ：跨度的垂直高度(米)

L ：跨度的弦长(米)

β ：塔架反作用力角度($\angle H + \angle L$)/2 ($^{\circ}$)

$\angle L$ ：缆索外角($^{\circ}$)

$\angle H$ ：缆索内角($^{\circ}$)

γ ：弦角($^{\circ}$)

T ：缆索拉力(千牛顿)

n ：滑轮数目

P ：塔架上缆索的反作用力(千牛顿)

D ：缆索直径(毫米)

d ：钢丝直径(毫米)

S ：垂度(米)

(注：在进行缆索的一般计算时，可将缆索的侧面视为抛物线状。)

参考数据

1. Technical Recommendations, Studies and Statistics for Aerial Ropeways. International Organisation for Transportation by Rope (O.I.T.A.F.).
2. Indian Standard. Codes of Practice for the Construction of various types of Aerial Ropeways: IS 5228:2003; IS: 5229:1998; IS 5230:2003.
3. American National Standard Institute (ANSI). ANSI B77.1 –2011. For Passenger Tramways – Aerial Tramways, Aerial Lifts, Surface Lifts and Tows:- Safety Requirements
4. British Standard BS EN 10264:2012 - Steel wire and wire products – Steel wire for ropes Part 1, 2 & 3.
5. British Standard BS EN ISO 80000-1:2013 - Quantities and units Part 1 – General.
6. Outdoor Lighting Handbook Lumsden. et al.
7. British Standard BS 5266: Part 1:2011. Code of Practice for the Emergency Escape Lighting of Premises.
8. Redgraves Health and Safety in Factories. Fife and Machin.
9. British Standard BS EN 1991-1-4:2005+A1: 2010 - Eurocode 1: Actions on structure Part 1-4: General actions – Wind actions.
10. Typhoons in Hong Kong and Building Design. Faber and Bell.
11. British Standard BS EN 62305:2011 - Protection against Lightning.
12. Regulations for the Electrical Equipment of Buildings (Institute of Electrical Engineers Regulations).
13. Geotechnical Manual for Slopes, 2nd Edition (1997) Geotechnical Engineering Office of Civil Engineering Department
14. Commission of the European Communities (EC), Regulation of the European Parliament and of the Council, relating to cableway installations designed to carry persons.
15. British Standard BS EN 12385-1-2-8-9: 2002+A1: 2008 – Steel wire ropes – Safety – Part 1: General requirements; Part 2: Definitions, designation and classification; Part 8: Stranded hauling and carrying-hauling ropes for cableway installations designed to carry persons; Part 9: Locked coil carrying ropes for cableway installations designed to carry persons.
16. British Standard BS EN 12929-1-2: 2015 – Safety requirements for cableway installations designed to carry persons – General requirements.
17. British Standard BS EN 12930: 2015 – Safety requirements for cableway installations designed to carry persons – Calculations.

18. British Standard BS EN 12927-5-6: 2004 - Safety requirements for cableway installations designed to carry persons - Ropes Part 5 - Storage, transportation, installation and tensioning; Part 6 – Discard criteria.
19. British Standard BS EN 1909:2004 - Safety requirements for cableway installations designed to carry persons — Recovery and evacuation.
20. British Standard BS EN 1709:2004 - Safety requirements for cableway installations designed to carry persons — Pre-commissioning inspection, maintenance, operational inspection and checks.
21. British Standard BS EN 13796:2005 - Safety requirements for cableway installations designed to carry persons — Carriers.
22. British Standards EN Series concerning safety requirements for cableway installations designed to carry persons comprising the following parts:
 - EN 1907 – Terminology
 - EN 12929 – General requirements
 - EN 12930 – Calculations
 - EN 12927 (all parts) – Ropes
 - EN 1908 – Tensioning devices
 - EN 13223 – Drive systems and other mechanical equipment
 - EN 13796 (all parts) – Carriers
 - EN 13243 – Electrical equipment other than for drive systems
 - EN 13107 – Civil engineering works
 - EN 1709 – Precommissioning inspection, maintenance and operational inspection and checks
 - EN 1909 – Recovery and evacuation
 - EN 12397 – Operation
 - EN 12408 – Quality assuranceThis series of Standards forms a complete set with regard to the design, manufacture, erection, maintenance and operation of all cableway installations designed to carry persons.

一般法例



機電工程署

香港九龍啟成街 3 號

General Legislation Division

Electrical and Mechanical Services Department

3 Kai Shing Street, Kowloon, Hong Kong

電話 Tel : (852) 1823 傳真 Fax: (852) 2577 4901

網址 Website: www.emsd.gov.hk

電郵 Email: info@emsd.gov.hk