



中华人民共和国城镇建设行业标准

CJ/T 3011—93

无轨电车供电网规划和设计

Project and design of power
supply network for trolleybus



1993-05-18 发布

1993-12-01 实施

中华人民共和国建设部 发布

目 次

1 主题内容与适用范围 1

2 引用标准 1

3 术 语 1

4 规划导则 3

5 协 调 4

6 馈、触线网装置的一般规定..... 5

7 馈、触线网的主要材料与组成件 10

8 保养场（厂）内触线网架设的特殊要求 11

9 馈、触线网的设计计算 11

附录 A 典型气象区（补充件）..... 16

附录 B 典型气象适用区（补充件）..... 16

附录 C 悬吊型式计算公式（参考件）..... 17

附加说明 25

中华人民共和国城镇建设行业标准

无轨电车供电网规划和设计

Project and design of power
supply network for trolleybus

CJ/T 3011—93

本标准参照采用国际标准 IEC 913《电力牵引架空线路》(1998 年)。

1 主题内容与适用范围

本标准规定了在城市建设总体规划中,有关无轨电车工程的规划导则、协调要求以及线网专业技术设计标准。

本标准适用于城市建设总体规划、城市无轨电车工程中供电网规划和线网设计。轨道交通中相应的供电网部分可参照使用。

2 引用标准

GB 5951 城市无轨电车和有轨电车供电系统

GB 12178 城市无轨电车和有轨电车供电网电杆。

3 术语

3.1 无轨电车供电网

专为无轨电车传输电能的供电网络。

3.2 触线

以滑动接触方式向电车集电装置供电的导线。

3.3 触线网

由触线及其组件所组成的网络。

3.4 馈线

从电车整流站向触线网输送电能的导线。

3.5 馈线网

由馈线及其组件所组成的网络。

3.6 无轨电车架空线网

由馈、触线网所组成为无轨电车馈供电能的网络。

3.7 重复线

两条及两条以上运营的无轨电车线路共用的触线线路。

中华人民共和国建设部 1993-05-18 批准

1993-12-01 实施

3.8 避让线

在行车停靠站点处设置互相避让的触线线路。

3.9 触线定位

按电车行驶轨迹对正、负触线中心线位置的设定。

3.10 电车行驶轨迹

指电车理想行驶路线的中心线。

3.11 脱线

无轨电车在行驶中集电装置脱离触线的现象。

3.12 横绷线支承形式

以电杆和横绷线做支承的形式。

3.13 单臂梁支承形式

以电杆和装于其上的管梁做支承的形式。

3.14 斜摆悬吊型式

以平行四边形斜摆悬吊器,使触线在纵向平面悬吊成“之”字形的悬吊型式。

3.15 链式悬吊型式

以链式悬吊触线的型式。

3.16 硬性悬吊型式

触线网不具有或基本不具有弹性结构的悬吊型式。

3.17 蝙蝠拉铁悬吊型式

触线网采用管、排等悬吊较大曲折角弯道触线和衔接枢纽组件的悬吊型式。

3.18 张力

馈、触线断面上所承受的力。

3.19 垂度

馈、触线下垂点与其相邻两悬吊点连线间在铅垂方向上的最大距离。

3.20 斜垂度

在不等高悬吊情况下与两悬吊点连线相平行的触线悬链曲线上的切线,其切点与两悬吊点连线间铅垂方向的距离。

3.21 跨距

相邻两悬吊点所做两平行垂线之间的距离。

3.22 杆距(档距)

相邻两电杆中心之间的距离。

3.23 架空触线线路坡度

触线或其它滑磨体的两个相邻悬吊点对路面的高度差与跨距长度的比率。

3.24 锚线

用以锚定和平衡触线张力的装置。

3.25 馈电引线

馈线与触线之间的连接线。

3.26 联络馈线

不同整流站并馈或互为备用的馈线。

3.27 均压线

均衡触线网中相同极性触线之间电压值的横向连接线。

3.28 悬吊器

由绝缘子和线夹板等组成的悬吊触线的各式组件。

3.29 横绷线

横向悬吊触线的绞索。

3.30 链线

纵向悬吊触线的绞索。

3.31 分线器

架空触线线路由一条线路分岔为两条线路所架设的触线网组件。

3.32 并线器

架空触线线路由两条线路合并为一条线路所架设的触线网组件。

3.33 交叉器

在两条架空触线线路交叉处所架设的触线网组件。

3.34 枢纽组件

分线器、并线器及交叉器等组成件的总称。

3.35 分段绝缘器

衔接相邻馈电区段的架空触线线路,以使电气上隔离的绝缘组件。

3.36 单臂梁

悬吊触线的单侧悬臂管梁支承组件。

3.37 馈线横担

在电杆上用以支承架空馈线组件的梁。

3.38 馈电箱

装有馈线电缆封端和刀开关的箱柜。

3.39 港湾式车站

在马路的一侧拓宽局部路面设置的车站。

4 规划导则

4.1 在城市总体规划中,无轨电车工程应和城市用地、电力配制、交通路网规划、绿化岛带、桥梁涵洞设施、主要建筑以及管、线敷设等工程项目相互协调配合、综合考虑。

4.2 无轨电车工程含有整流站,馈、触线网,电车供电所,保养、停车场(厂),站点设施以及管理、生活设施等系统,应完整配套。

4.3 无轨电车具有无污染、低噪声、起动加速性能好和符合国家能源政策等优点。在大、中城市公共交通中应推荐采用和发展。

4.4 发展无轨电车线路网的规划应根据客流预测确定,充分考虑运营的经济性和发挥社会

服务效益。

4.5 无轨电车线路应与火车站、地铁、码头以及其它交通等枢纽设施紧密衔接,以方便乘客转乘。

4.6 无轨电车架空线网架设的基本条件

4.6.1 在无轨电车线路所行经的道路、绿化岛带与设施,应具备立杆、线缆、预留预埋位置等要求,并应在施工中协调配合。

4.6.2 人行道从侧面起 1m 范围内,其它管、线设施不应纵向连续占用。

4.6.3 在火车站、地铁和码头等交通枢纽出入口处,应满足竖立电杆的要求。

4.6.4 立交、人行天桥应考虑预留电车电杆或埋置吊锚装置。

4.6.5 在不影响建筑物的安全情况下,触线网应尽可能利用道路两旁的建筑物作支承。

4.6.6 道路行车宽度超过 40m,不宜架设无轨电车触线网。

4.6.7 桥梁长度超过 40m 或桥顶与桥墩的标高差超过 0.30m,建桥时应在桥上预留竖立电杆和敷设电车电缆的位置。

4.6.8 无轨电车架空馈线与电力架空线应在道路两侧分别架设,电车架空馈线宜设在路东、路南侧。

4.7 无轨电车通行的道路条件

4.7.1 道路纵向坡度不宜大于 70‰。

4.7.2 在设计有通道车行驶的道路,弯道处道路中心线弯曲半径不足 13m,同时行车宽度不足 9m,而交会内侧路端线的半径不到 7.5m 的地方不得架设无轨电车线路。

5 协调

5.1 无轨电车工程和城市建设其它基础设施之间的协调。

5.1.1 电车整流站

5.1.1.1 无轨电车整流站的位置应接近触线网用电负荷中心。馈电距离应根据负荷大小、馈线网的配置、触线网区段的划分综合考虑,远近结合。要重视供电系统整体的可靠性和技术经济的合理性。

5.1.1.2 无轨电车整流站应具有两路不同变电所供给的高压交流 10kV 进户电源。

5.1.1.3 无轨电车整流站选择用地时,应考虑运输、接地装置安装位置、供排水设施、电缆敷设出入位置以及土建、街景、消防、绿化等要求。

5.1.1.4 无轨电车整流站的型级及面积应符合 GB 5951 的规定。

5.1.2 停车、保养场(厂)

5.1.2.1 停车、保养场(厂)的选址原则应接近车辆运行线网的重心处为宜。

5.1.2.2 停车、保养场(厂)的用地可按每辆标准车用地不小于 220m² 综合计算。

5.1.3 首末站和中途区间回车站。

5.1.3.1 无轨电车首末站的规模应根据线路条数、所配运营车辆总数来确定。同时应考虑车辆转弯时的偏线距和不大于 11m 的电车回转半径以及架设触线网的可能性。用地面积一般为每辆标准车 90~100m²。中途区间回车站也应考虑独立的设站设施。

5.1.3.2 中途站以港湾式为宜。

5.1.4 绿化树枝与馈、触线之间的距离

绿化树冠或枝叶与馈、触线间的距离应不小于 1m。

5.1.5 净空界限

5.1.5.1 触线下方移动体的界限高度超过 4m 时,也应事先向电车单位提出申请,要求派车护送通过。对于双层公共汽车,也应事先商定。

5.1.5.2 桥梁涵洞净空高度应不低于 5.40m。

5.1.5.3 其它工程设施(包括电力、电讯、交通信号等线、缆、管)跨越触线,其离地高度必须保持 9m 以上,低于 9m 的线、缆、管等应加装防护物,以免电车集电杆脱线时招致损坏,有条件的以走地下为宜。

5.1.5.4 无轨电车线路沿线的配电变压器、电缆头、刀闸、裸导线、霓虹灯广告、招牌等装置,当电车集电杆脱线时,有可能触及的部位,应移位或加装防护设施。

5.1.6 市政建设、交通管理与架空线网配合

由于市政建设以及交通管理等需要,要求架空线网和站点做配合改动时,不论是永久性或临时性改动,应事前与电车部门联系,采取措施、制订配合计划,并按本标准有关章条规定执行。

5.2 无轨电车供电网和公交运营之间的协调

5.2.1 一条运营线路可根据客流断面的需要和运营调度的方便设置区间回车线,并以不超过两处为宜。

5.2.2 在重复线下运营的电车线路,以不超过两条线路为宜。在 1km 内的重复线段也不应超过 3 条。

5.2.3 重复线区段内重点站的停靠站可设置避让线。

5.2.4 在无轨电车运营线路中,架空触线不应超过 8 条。

5.2.5 保养场(厂)门口、路口或其它交通枢纽处,触线网不宜过于复杂。对于交叉枢纽组件超过 10 组的复杂地区,可采取分散架设方法解决。

5.2.6 分线器架设位置以不小于进入路口停车线前 100m 和不小于进入停靠站前 40m 处为宜。

5.2.7 分线器与并线器不得架在同一横绷线或同一单臂梁下,也不可设在弯线中部。

5.2.8 在无轨电车运营线路中 30m 单程以内不可连设两组分线器、两组并线器或一组分线一组并线器。

5.2.9 分段绝缘器架设位置,以架设在进入停靠站前 50m 处的平顺直道上为宜。并应满足合理馈供电和便于供电调度的管理。

5.2.10 馈供电计算应满足电车运营的需求,但每条线路最高配车数,不应超过计算允许值的极限。

5.2.11 在无轨电车非运营时间内,必须有停电时间,以满足架空线网的保修。

6 馈、触线网装置的一般规定

6.1 电压

6.1.1 系统直流标称电压为 750V 或 600V。

6.1.2 系统电压变化极限见表 1。

表 1 电压变化极限

直 流 系 统	电 压		
	最低值	标称值	最高值
	500	750	900
	400	600	720

注：对未来建造的无轨电车道的直流牵引系统，明确建议该系统的电压应为 750V。

6.2 馈、触线悬吊高度

6.2.1 架空馈线支承点离地面高度不得低于 7m。

6.2.2 悬吊点处触线或其它滑磨体的离地标准高度：

路段 $5.50 \pm 0.30\text{m}$ 、路口 $5.30 \pm 0.30\text{m}$ 。在同一挡每对悬吊处正、负触线(或滑磨体)的水平高度差不得超过 0.05m。

6.2.3 与铁路平交时，触线离轨顶高度不低于 5.5m。如需超过该值时，则由双方协商解决。

6.2.4 未绝缘的馈线和触线或其它滑磨体离地的最小高度：专用道时为 4.40m，非专用道时为 4.80m。

6.2.5 要求每个悬吊点处触线或其它滑磨体离地高度应尽可能相同。如果由于局部条件(隧道涵洞)等原因，需要改变触线高度时，应以适当的坡度满足速度的要求，并在任何情况下坡度不应超过 10%。

6.3 馈、触线排列

6.3.1 馈线排列顺序应按靠人行道侧为负线，靠道路中心为正线。

6.3.2 触线以行车方向左侧为正线、右侧为负线的排列顺序进行布线。

6.4 馈、触线间距

6.4.1 馈线间距

架空馈线间距应不小于 0.30m，以 0.45m 为宜。

6.4.2 触线间距

6.4.2.1 正、负触线悬吊点处的标准间距：直道为 0.60m，弯道及交叉处为 0.70m，允许施工的误差值均为 0.02m。

6.4.2.2 直道相邻两对触线中心线的间距应不小于 1.30m。

6.4.2.3 弯道相邻两对触线中心线的间距应不小于 1.40m。

6.5 触线定位

正负触线间的中心线定位应符合电车行驶的轨迹要求,以避免脱线和触线畸形磨损。

- 6.5.1 直道触线应定位在电车行驶轨迹左右 1.25m 以内。
- 6.5.2 弯道触线应定位在电车行驶轨迹的内侧 1.00~2.50m 处。
- 6.5.3 平行支线触线应定位在电车行驶轨迹左右 1.50m 以内。
- 6.5.4 停站处触线应定位在电车行驶轨迹左右 3.5m 以内,其它特殊情况下,应定位在 4m 以内。
- 6.5.5 直道和弯道汇合处触线定位应当逐步调整。

6.6 支承形式

6.6.1 横绷线支承

- 6.6.1.1 横绷线支承可在斜摆悬吊、硬性悬吊、弯道和交叉枢纽处采用。
- 6.6.1.2 对于道路行车宽度较宽,行车触线较多的线路,可采用横链式绷线支承或将往返程的触线各自以单独的横绷线做支承。

6.6.2 单臂梁支承

- 6.6.2.1 单臂梁架设可在链式悬吊、斜摆式悬吊和硬性悬吊中采用,不适于弯道内侧触线曲折角较大处和路口触线网较复杂处采用。
- 6.6.2.2 单臂梁在无载安装时,应有一定的上翘度,一般以 1/75 为宜,有载时应基本保持水平,不应向下倾斜。

6.7 悬吊型式

6.7.1 弹性悬吊型式

触线网应根据道路和气象等条件,可选取斜摆式或链式弹性悬吊型式。

6.7.2 硬性悬吊型式

硬性悬吊适用于枢纽组件的定位、桥梁、涵洞、场区、车库和弯道等高度受限制处,不适用于长区段触线网架设。

6.7.3 蝙蝠拉铁悬吊型式

枢纽组件衔接处和触线曲折角较大的弯道应采用蝙蝠拉铁悬吊型式。

6.8 馈、触线网绝缘

- 6.8.1 馈线对地为单级绝缘。
- 6.8.2 正、负触线之间,必须采用双级绝缘。
- 6.8.3 触线及导电组件与电杆和其它支承件之间必须采用双级绝缘。
- 6.8.4 馈、触线网在多雷区污染严重等特殊环境下应采用加强绝缘。
- 6.8.5 单级绝缘的绝缘子和双级绝缘每个绝缘子的试验电压值应符合下列规定:

干燥时耐冲击的电压为 10~20kV(峰值);

绝缘子垂直安装时,工频 1min 耐雨淋的电压为 5~10kV(有效值)。

- 6.8.6 馈电区段内馈、触线网总体绝缘:晴天应不小于 1MΩ 雨天应不小于 0.20MΩ。

6.9 电杆位置

- 6.9.1 电杆宜竖立在人行道处,杆中心距侧右边 0.50~0.80m 处,也可竖立在绿化岛带或路口环岛上。

6.9.2 电杆的竖立,应使其在永久负载作用下基本垂直。不应向道路中心倾斜。

6.10 锚线

6.10.1 架空触线线路的起终端处、分并线支线处和链线的分段处应设置锚线。

6.10.2 架空触线线路中间,根据运营需要可在适当位置设置锚线。

6.10.3 对厂区、桥梁、弯道和其他特殊地区线路可根据需要设置锚线。

6.11 触线均压线

触线均压线的间隔应根据计算确定。一般以每隔 500~1000m 设一处为宜。

6.12 馈线敷设

馈线敷设可采取架空和地下两种方式,地下敷设时宜采用电缆沟,不具备电缆沟条件时可直埋。

6.12.1 架空馈线与其它线路和非带电体之间的距离应符合表 2 的规定。

表 2 架空馈线与其它线路和非带电体之间的距离 m

项 目	最小距离
与 1~10kV 高压线垂直距离	2
与 400V 低压交流电线	1.0
与广播、电信等其它线路垂直距离	1.2
跨越公路铁路时距地面高度	7
跨越房屋时垂直距离	2.5
与房屋凸出部分净距	1

6.12.2 架空馈线跨越触线网时,其离地高度必须保持在 9m 以上。

6.12.3 地下馈线电缆与其它设施之间的距离应符合表 3 的规定。

表 3 地下馈线电缆与其它设施之间的距离 m

序号	项 目	最小净距	
		平行时	交叉时
1	电力电缆间及其与控制电缆间 (1) 10kV 及以下	0.10	0.50 (0.25)
	(2) 10kV 及以上	0.25 (0.10)	0.50 (0.25)
2	不同使用部门的电缆间	0.50	0.50
3	热力管(管沟)及热力设备	2.00	(0.50)
4	油管道(管沟)	1.00	0.50
5	可燃气体及易燃液体管道(管沟)	1.00	0.50 (0.25)
6	其它管道(管沟)	0.50	0.50 (0.25)
7	铁路(平行时与轨道,交叉时与轨底)	3.00	1.00
8	公路(平行时与路边,交叉时与路面)	1.50	1.00

续 表 3 m

序 号	项 目		最 小 净 距	
			平 行 时	交 叉 时
9	电气化铁路路轨	交 流	3.00	1.00
		直 流	10.00	1.00
10	建筑物、构筑物基础（边线）		1.00	
11	电杆基础（边线）		1.00	

注：① 表中所列净距，应自各种设施(包括防护外层)外缘算起。
② 表中括号内数字，是指局部地段电缆穿管，加隔板保护或加隔热层保护后允许的最小净距。

- 6.12.4 严禁将电缆平行敷设于管道的上面或下面。
- 6.12.5 电缆在电缆沟内敷设的规定
- 6.12.5.1 敷设在电缆沟及室内的电缆应采用裸铠装、非易燃性外护层电缆或剥除麻护层。
- 6.12.5.2 电缆沟应采取防水措施，其底部应做坡度不小于 0.5%的排水沟。
- 6.12.5.3 在电缆沟内敷设电缆时的最小净距：
- 水平敷设时应不小于电缆外径。
- 垂直敷设时应不小于 0.20m。
- 6.12.6 直流电缆的规定
- 6.12.6.1 直埋地下电缆，应选铠装电缆。在电缆敷设沿途有可能使电缆受到机械性损伤，化学作用、地下电流、振动、热影响、腐植物质、虫鼠等危害地段，应采取保护措施。
- 6.12.6.2 电缆在室外直埋敷设的深度不应小于 0.70m，穿越农田时不应小于 1m。在寒冷地区，电缆应埋设于冻土层以下，当无法深埋时应采取措施，防止电缆受到损坏。
- 6.12.6.3 直埋电缆上下须辅以不小于 0.10m 厚的软土或沙层，并盖以混凝土保护板或砖块，其覆盖宽度应超过电缆两侧各 0.05m。
- 6.12.7 电缆在桥梁上敷设的规定
- 6.12.7.1 敷设在经常受震动的桥梁上的电缆，应有防震措施。桥墩两端和伸缩缝处的电缆，应留有松弛部分，以防由于温度变化时结构胀缩而使电缆受到损坏。
- 6.12.7.2 敷设于木桥上的电缆应穿在铁管中，敷设于其它结构的桥上电缆，应放在人行道下的电缆沟中或穿在耐火材料制成的管道中。如无人接触，电缆也可裸露敷设在桥上，但应避免太阳直接照射，必要时可加装遮阳罩。
- 6.12.8 电缆穿管保护
- 6.12.8.1 电缆通过有振动和承受压力的地段应穿管保护，管的内径不应小于电缆外径的 1.5 倍，且不得小于 0.10m。
- 6.12.8.2 电缆引入和引出建筑物和构筑物基础，所穿保护管应超出建筑散水坡 0.10m；

6.12.8.3 电缆横过城市街道、铁路、公路和可能受到机械损伤等地段,保护管应伸出路基两边各 2m;伸出排水沟 0.50m 和伸出城市街道车道路面 2m。

6.12.8.4 电缆距地面 2m 至地下 0.20m 处和行人容易接触可能受到机械损伤的地方,应加以保护。

6.13 大气过电压保护

馈、触线网应根据地区雷电活动强度和频率、线路环境条件和线路绝缘水平装设避雷装置。其接地电阻应不大于 10Ω 。

7 馈、触线网的主要材料与组成件

7.1 馈、触线网材料

7.1.1 馈线选择

7.1.1.1 架空馈线宜用 240mm^2 硬铜绞线或 400mm^2 铝绞线。

7.1.1.2 电缆宜用 300mm^2 铜芯电缆或 500mm^2 铝芯电缆。

7.1.2 触线选择

7.1.2.1 触线宜选用 85mm^2 或 100mm^2 双沟槽型硬铜触线,也可选用与上述截面和性能等效的合金导电材料。

7.1.2.2 85mm^2 触线的抗拉强度应不低于 353MPa , 100mm^2 触线的应不低于 343MPa 。

7.1.3 线索

7.1.3.1 单股线以选用直径为 $2.00\sim 6.00\text{mm}$ 之间镀锌铁线为宜。

7.1.3.2 多股线以选用 $7\times 2.00\sim 7\times 2.60\text{mm}$ 之间的镀锌钢绞线和其它防蚀层的钢绞线为宜。

7.1.4 绝缘子

7.1.4.1 馈线网绝缘子一般采用针式、蝶式和悬式,其电压等级一般采用 $6\sim 10\text{kV}$

7.1.4.2 触线网绝缘子一般采用球形、蛋形、多角形和各种悬吊型的电瓷绝缘子,也可选用高分子合成的塑料、尼龙、环氧树脂等绝缘子和绝缘连接件。

7.2 馈、触线网组成件

7.2.1 馈线横担

用以固定安装馈线绝缘子的馈线横担组件,应根据架空馈电线路走向的不同角度,可分别采用直路、转角和终端形式。

7.2.2 分线器

7.2.2.1 分线器应具有左向及右向之分,其导舌转折角不宜大于 7° ,分线器的部件应有互换性。

7.2.2.2 分线器操作方式有电动和手动两种形式,一般在运营线路上宜采用电动分线器。

7.2.2.3 分线器应采用不承受触线张力的结构,本身应具有防雨防雪防护装置。

7.2.2.4 电动分线器起动电流应适应无轨电车的不同控制系统的最小起动电流要求,动作时间应保证在 30km/h 车速下顺利通过。

7.2.2.5 正、负触线分线器应保证在车辆运行中同步起动。

7.2.3 并线器

7.2.3.1 并联器应具有左向、右向和对称向之分,并线器的角度不大于 7° 。

7.2.3.2 并线器应采用不承受触线张力结构。

7.2.4 交叉器

7.2.4.1 交叉器的角度范围 $25^{\circ}\sim 90^{\circ}$,角度的变化以每 5° 为一挡。对于分、并线器中的交叉器最小角度不宜小于 22° 。

7.2.4.2 交叉器应采用不承受触线张力的结构。

7.2.5 分段绝缘器

7.2.5.1 分段绝缘器应具有在雨淋和带电行驶情况下不引起燃烧的阻燃能力。

7.2.5.2 分段绝缘器可采用承受或不承受触线张力的结构。以采用不承受触线张力为宜。

7.2.6 电杆选择

7.2.6.1 电车电杆应选用 GB12178 中规定的杆型与规格,对特殊杆型可采用非标准电杆。

7.2.6.2 单臂梁和横绷线架设应分别选用 GB12178 中的 B 型和 T 型电杆。

8 保养场(厂)内触线网架设的特殊要求

8.1 场内触线网应满足进出车、检车、保养和停放车等工艺流程的要求。

8.2 场内应具有调整车序功能,每行线以停两排车为宜。

8.3 场内应设置专用试车线,试车线段内的架空触线线路不应有分、并、交及分段绝缘器等枢纽组件,也不应有折角挡装置。

8.4 场内触线网布设最好应使电车回转方向一致,统一为顺时针或逆时针方向为宜。

8.5 场内触线悬吊高度应按照 6.2 规定执行。

8.6 场内分线器架设宜采用电动分线器,对进入停车场处成列的分线器,不论采用何种操作控制都应动作可靠。

8.7 保养场(厂)宜有两个出入口。场门口触线网架设不宜复杂。

8.8 场内应尽可能利用建筑物做触线网的支承。

8.9 保养车间内的架空触线线路不应架设在电车的正上方。

8.10 场内触线网架设应留有测漏电的位置与设施。

8.11 场内供电方式应考虑单独的供电系统,并应具有备用的联络馈线供电装置。

9 馈、触线网的设计计算

9.1 环境参数

设计电车架空线网时,应考虑的环境参数主要是:环境温度、风速、日照、频雷程度、污染、地面形状、地理条件以及当需要时应考虑设备上覆冰的厚度和积雪的重量。

9.1.1 环境温度

9.1.1.1 应根据当地气象资料可取:

- a. 近 10 年一遇的极端最高温度值和极端最低温度值;
- b. 近 10 年极端最高温度的平均值和极端最低温度的平均值。

9.1.1.2 如当地无可靠的气象资料时,可按典型气象适应区和典型气象区所列的数值确定,(见附录 A)。

9.1.2 风速

9.1.2.1 应根据当地的气象资料可取:

- a. 离地 10m 高,近 10 年一遇 10min 最大风速值;
- b. 离地 10m 高,近 10 年一遇 10min 最大风速的平均值。

9.1.2.2 空旷平坦地区的最大设计风速,如无可靠资料时,可按典型气象适应区和典型气象区所列的数值确定,(见附录 A、B)。

9.1.2.3 山区最大设计风速,如无可靠资料时,风速可采用 30m/s。

9.1.2.4 架空线网所经道路两侧有屏蔽物(如建筑物)的地区,且两侧屏蔽物平均高度大于电杆高度的 2/3 时,其最大设计风速宜较无屏蔽时的风速减少 20%。

9.1.3 冰

设计覆冰厚度应根据当地气象条件和已有的架空线路运行经验确定。如无资料时,可按典型气象适应区和典型气象区所列的数值确定(见附录 A、B)。

9.2 馈、触线网计算参数

9.2.1 馈线网设计应考虑的计算参数主要是:标称电压、安全截流密度、车辆负载电流、馈线单位长度电阻、自重和环境参数影响的附加负荷、馈线允许抗拉强度、弹性模数、膨胀系数和杆距等。

9.2.2 馈线网设计应考虑的计算参数主要是:触线及组件的重量、允许抗拉强度、弹性系数、膨胀系数、触线安全截流密度、杆距、跨距、断面系数和触线单位长度电阻等。

9.3 风压

在计算馈、触线网各部分的稳定性时,应考虑由风引起的过负荷。假设风是水平地吹并且以物体迎风的垂直面承受它的作用力,风压力计算见附录 C。

9.4 覆冰

覆冰所引起的负载取决于冰的厚度和冰的比重(各地区覆冰厚度及冰的比重见附录 A)。当冰层覆盖在圆柱形导线上时,覆盖的冰层可近似的看成空心圆柱。

9.5 馈、触线的机械设计规定

9.5.1 馈、触线的张力负荷应符合它的抗拉强度,并应采用以下的负荷理论来检验:

9.5.1.1 按 9.1 中考虑的环境参数值和无风条件,馈、触线在使用中的张力负荷应不超过它的极限负荷的 30%;

9.5.1.2 按 9.1 中考虑的环境参数值最不利的可能组合所导致的条件,馈、触线在使用中的张力负荷应不超过它极限负荷的 40%;

9.5.1.3 在由铜、银青铜或镉青铜等合金铜制成的导线,而且它的张力能自动调节的情况下,允许馈、触线在使用中的张力负荷应不超过它的极限负荷;在以上 9.5.1.2 的条件时为 50%;9.5.1.1 的条件时为 40%。

9.5.2 对于触线的所有验算应按安全运行允许的最大磨耗而规定的最小截面来进行。

9.5.3 硬铜触线允许拉应力变化范围,一般最高为 118MPa,最低为 44MPa。

9.5.4 在触线机械强度允许范围内,设计所规定的最高和最低环境温度之间的任何数值下(见 9.1.1)触线的垂度必须保持相当低的数值,使之适合正确的集电。

9.5.5 馈线张力调整

在任何年极端温度差的条件下,馈线的设计应验算无需张力调整。

9.5.6 触线张力调整

9.5.6.1 年极端温度差在 40°C 以下的地区,斜摆式悬吊的设计应验算无需张力调整;

其它悬吊型式的设计应验算在一年内的张力调整并不得超过两次(即一次放松和一次收紧)。

9.5.6.2 年极端温度差在 40°C 以上的地区,各种悬吊型式的设计应验算在一年内的张力调整并不得超过两次(即一次放松和一次收紧)。

9.6 馈、触线的张力与垂度的计算

9.6.1 触线张力与垂度的计算

9.6.1.1 触线垂度由触线允许计算张力和各种悬吊型式及触线网的参数来决定。

9.6.1.2 硬性等高悬吊触线的垂度按如下公式计算:

$$F = \frac{qL^2}{8T} \dots\dots\dots (1)$$

式中 F ——垂度,m;

q ——单位长度导线自重和附加负载,N/m;

L ——跨距,m;

T ——悬吊导线张力的水平分量,N。

9.6.1.3 硬性不等高悬吊触线的垂度用斜垂度概念,其值可按等高悬吊触线的垂度公式计算:

$$F' = \frac{H_a + H_b}{2} - H_c \dots\dots\dots (2)$$

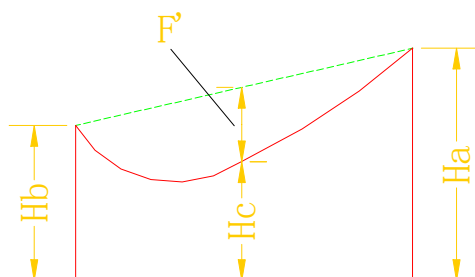


图 1 硬性不等高悬吊触线的斜垂度

式中 F' ——斜垂度,m;

H_a ——高悬吊点导线的高度,m;

H_b ——低悬吊点导线的高度,m;

H_c ——跨距中心导线的高度,m;

斜摆式和链式悬吊触线垂度的计算可近似地同硬性悬吊触线垂度的计算。

9.6.2 馈线张力与垂度的计算

架空馈线的张力与垂度的计算,可按 9.6.1 中所列公式计算。

9.7 悬吊型式计算

9.7.1 计算斜摆式悬吊的触线的张力和垂度随温度变化的数值并验算:

9.7.1.1 在最高和最低温度时,触线的曲折角不大于 2.5° 不小于 0.5° 。

9.7.1.2 在最低温度时,悬吊点的斜摆角在集电器作用下不大于 50° 。

9.7.2 计算链式悬吊的链线、触线的张力和垂度随温度变化的数值以及计算链式悬吊无载时的张力与垂度值。

9.7.3 计算硬性悬吊触线的张力与垂度随温度变化的数值。

9.7.4 各型悬吊的计算公式见附录 C。

9.8 触线曲折张力计算

触线曲折张力可按如下公式计算:

$$Z=2T\sin\frac{\beta}{2} \dots\dots\dots (3)$$

式中 Z ——触线曲折张力,N;

T ——触线张力,N;

β ——触线曲折角。

9.9 横绷线计算。

9.9.1 直道横绷线计算

9.9.1.1 直道横绷线的计算可把正、负两触线简化为一点集中载荷计算。

9.9.1.2 直道横绷线的安装应保证正负触线的高低差不超过 0.05m。

9.9.1.3 直道横绷线的斜率一般可取 $1/6\sim 1/12$ 来计算两侧绷线的受力。

9.9.2 弯道横绷线计算

9.9.2.1 弯道横绷线的受力允许用示力图作近似计算。

9.9.2.2 弯道横绷线计算应根据本身的数据计算出触线曲折角外侧绷线斜率并不得大于 $1/8$,触线曲折角内侧绷线斜率可按下式选取 n ,来计算触线曲折角内外侧绷线的受力;

$$\frac{n_1}{n_2}=1.33\sim 2.5 \dots\dots\dots (4)$$

式中 n_1 ——触线曲折角外侧;

n_2 ——触线曲折角内侧。

9.9.2.3 弯道横绷线的安装应保证正负触线的高低差不超过 0.05m。

9.10 单臂梁

9.10.1 单臂梁计算应考虑承受触线网系统的负载,单臂梁自重与附加环境影响的负载。

9.10.2 在计算时应计算危险断面的弯曲应力、受压应力、受压稳定性,使其承受的负载在允许应力范围之内。

9.10.3 单臂梁同电杆抱箍的连接必须保证在触线或链线发生折断故障时,单臂梁不致断

裂。

9.11 电杆受力设计的规定

9.11.1 电杆的受力应按作用于电杆各个力的作用高度和作用方向计算成作用于电杆的合力方向和作用弯矩。

9.11.2 电杆的设计理论以及电杆材料的设计计算应按 **GB12178** 中有关章节的规定执行。

9.12 电杆基础设计一般规定

9.12.1 电杆基础应根据线路的地质情况进行设计,确定电杆的基础形式。

9.12.2 电杆基础设计理论可按极限被动土压力计算。

9.12.3 基础稳定性的检验应以验算电杆所采用的那些同样的假定负荷来进行。应验证最不利的假定负荷时,其倾覆力矩不超过其稳定力矩的 **85%**。

9.12.4 除检验稳定性之外,还必须验证由地面向上传送到基础的压力不得超过其允许极限。

9.12.5 在地面可能下沉的情况下,应采取特别措施去减少基础不稳定的危险。

9.12.6 在岩石或砌体内埋置电杆,其电杆和岩石或砌体之间粘结力应能承受不小于 **1.5** 倍的电杆的计算负荷。

附录 A
典型气象区
(补充件)

气 象 区		I	Ⅱ	Ⅲ	Ⅳ	V (—)	Ⅵ (V)	Ⅶ (Ⅵ)	Ⅷ (Ⅶ)	Ⅸ (—)
大 气 温 度 (℃)	最 高	+40								
	最 低	—5	—10	—10 (—5)	—20	—10	—20	—40	—20	—20
	覆 冰	—	—5							
	最 大 风	+10	+10	—5	—5	+10	—5	—5	—5	—5
	安 装	0	0	—5	—10	—5	—10	—15	—10	—10
	大气过电压	+15								
	内部过电压 年平均气温	+20	+15	+15	+10	+15	+10	—5	+10	+10
风 速 (m/s)	最 大 风	35 (30)	20 (25)	25	25	30	25	30 (25)	30 (25)	30
	覆 冰	10							15 (10)	15
	安 装	10								
	大气过电压	15	10							
	内部过电压	0.5×最大风(不低于 15m/s)								
覆 冰 厚 度 (mm)		—	5	5	5	10	10	10	15	20
冰 的 比 重		0.9								

注:① 如表内一个栏内有两个数值,带括号的适用于 10kV 及以下线路,不带括号的适用于 35kV 线路。

② 10kV 及以下线路的各级气象区,最高、最低气温时的风速均为零。

附录 B
典型气象适用区
(补充件)

序号	气象区	适用地区
1	I	南方沿海受台风侵袭地区,如浙江、福建、广东、广西、上海
2	II	华东大部分地区
3	III	西南非重冰区、福建、广东等台风影响较弱地区

续 表

序 号	气 象 区	适 用 地 区
4	Ⅳ	西北大部分地区、华北京、津、塘地区
5	V (一)	华东部分覆冰较重地区
6	Ⅵ (V)	华北平原、湖北、湖南、河南
7	Ⅶ (Ⅵ)	东北大部地区、河北、承德、张家口一带
8	Ⅷ (Ⅶ)	覆冰严重地区,如山东、河南部分地区,湘中、鄂北、粤北重冰地带
9	Ⅸ (一)	云贵高原严重覆冰地区

注:同附录 A 注①

附 录 C
悬吊型式计算公式
(参 考 件)

C1 导线及钢绞线表面上的风压力可按下列公式计算:

$$P=ac\frac{v^2}{1.6}dl \dots\dots\dots (1)$$

式中 P ——风压力,N;
 a ——风速不均匀系数,可取 0.85;
 c ——表面形式迎风面的空气动力系数,对导线及钢绞线取 1.2;
 v ——风速,m/s;
 d ——承受风的圆柱面的直径,m;
 l ——承受风的圆柱面的长度,m。

C2 斜摆式悬吊触线张力、垂度与温度关系的计算。

C2.1 触线张力与温度关系按如下公式计算:

$$t_i=\frac{C_i^2}{2L_D^2a}-\frac{C_1^2}{2L_D^2a}-\frac{L_D^2q^2}{24T_i^2a}+\frac{L_D^2q^2}{24T_1^2a}-\frac{T_i}{EaS}+\frac{T_1}{EaS}+t_1 \dots\dots\dots (2)$$

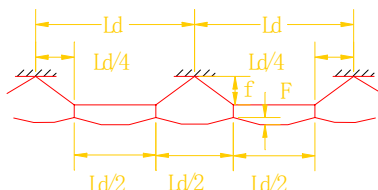
式中 t_i ——计算环境温度℃;
 t_1 ——计算最低的环境温度℃;
 T_i ——温度 t_i 时触线张力,N;
 T_1 ——温度 t_1 时触线张力,N;
 C_i ——温度 t_i 前后连续两挡跨距触线悬吊点在垂直平面上的水平距离,m;
 C_1 ——温度 t_1 时前后连续两挡跨距触线悬吊点在垂直平面上的水平距离,m;
 L_D ——当量跨距,m;
 q ——触线单位长度的重力,N/m;
 a ——触线材料的温度线膨胀系数;
 E ——触线材料的弹性系数,MPa;
 S ——触线的截面积,mm²。

C2.2 触线的张力与垂度的关系按如下公式计算:

$$F = \frac{qL_D^2}{8T} \dots\dots\dots (3)$$

式中 F ——触线垂度,m;
 q ——触线单位长度的重力,N/m;
 L_D ——当量跨距,m;
 T ——触线张力,N;

C3 等距离吊弦的简单链式悬吊的计算:



附图 C.1 两个等距离吊弦的简单链式悬吊线网结构图

C3.1 纵吊线张力与温度的关系按如下公式计算:

$$t_i = \frac{1}{16a_m} [(q+q_m)L_D + 2G]^2 \left[\frac{1}{K_i^2} - \frac{1}{K_1^2} \right] + \frac{K_1 - K_i}{E_m a_m S_m} + t_1 \dots\dots\dots (4)$$

式中 t_i ——计算环境温度,℃;
 t_1 ——计算最低环境温度,℃;
 K_i ——温度 t_i 时纵吊线张力,N;
 K_1 ——温度 t_1 时纵吊线张力,N;
 q ——触线单位长度重力,N/m;
 q_m ——纵吊线单位长度重力,N/m;
 L_D ——当量跨距;
 G ——吊线器重力,N;
 E_m ——纵吊线材料的弹性系数,MPa;
 a_m ——纵吊线材料的温度线膨胀系数;
 S_m ——纵吊线的截面积,mm;

C3.2 纵吊线的张力与垂度关系按如下公式计算:

$$f = \frac{L_D}{8K_i} [(q+q_m)L_D + 2G] \dots\dots\dots (5)$$

式中 f ——纵吊线的垂度,m;
 L_D ——当量跨距,m;
 K_i ——纵吊线张力,N;
 q ——触线单位长度的重力,N;
 q_m ——纵吊线单位长度的重力,N;
 G ——吊线器的重力,N。

C3.3 触线的张力与温度的关系按如下公式计算:

$$T_i = \frac{A}{T_i} = B \dots\dots\dots (6)$$

其中:

$$A = \frac{\left(\frac{L_D}{2}\right)^2 q^2 E S}{24}$$

$$B = T_1 - \frac{\left(\frac{L_D}{2}\right)^2 q^2 E S}{24 T_1^2} - \alpha E S (t_i - t_1)$$

式中 t_i ——计算环境温度,℃;
 t_1 ——计算最低环境温度,℃;
 T_i ——温度 t_i 时触线张力,N;
 T_1 ——温度 t_1 时触线张力,N;
 L_D ——当量跨距,m;
 q ——触线单位长度重力,N/m;
 E ——触线材料的弹性系数,MPa;
 α ——触线材料的线膨胀系数;
 S ——触线截面积,mm²。

C3.4 触线的张力与垂度的关系按如下计算公式计算:

$$F = \frac{q \left(\frac{L_D}{2}\right)^2}{8T} \dots\dots\dots (7)$$

式中 F ——触线的垂度,m;
 q ——触线单位长度重力,N/m;
 L_D ——当量跨距,m;
 T ——触线张力,N。

C3.5 无负载纵吊线张力与温度关系按如下公式计算:

$$K_i - \frac{A}{K_i^2} = B' \dots\dots\dots (8)$$

其中:

$$A = \frac{q_m^2 L_D^2 E_m S_m}{24}$$

$$B' = K_0 - \frac{q_m^2 L_D^2 E_m S_m}{24 K_0} - \alpha_m E_m S_m (t_i - t_0)$$

式中 t_0 ——计算转换温度,℃;
 t_1 ——计算环境温度,℃;
 K_0 ——温度 t_0 时纵吊线张力,N;
 K_i ——温度 t_i 时纵吊线张力,N;

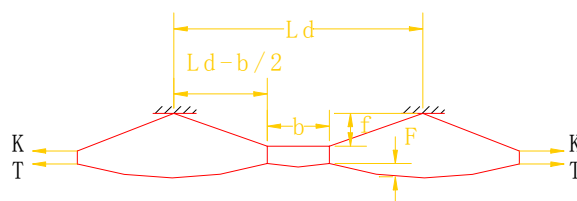
L_D ——当量跨距,m;
 q_m ——纵吊线单位长度重力,N/m;
 E_m ——纵吊线材料弹性系数,MPa;
 a_m ——纵吊线材料线膨胀系数;
 S_m ——纵吊线截面积,mm²。

C3.6 无负载纵吊线张力与垂度关系按如下公式计算:

$$f' = \frac{q_m L_D^2}{8K} \dots\dots\dots (9)$$

式中 f' ——纵吊线的垂度,m;
 q_m ——纵吊线单位长度重力,N/m;
 L_D ——当量跨距,m;
 K ——纵吊线张力,N。

C4 集中吊弦简单链式悬吊的计算:



附图 C.2 集中吊弦简单链式悬吊线网结构图

C4.1 纵吊线张力与温度的关系按如下公式计算:

$$t_i = \frac{L_D - b}{3a L_D a_m} [2q_0 L_D + 4G - q_m (L_D - b)]^2 \left[\frac{1}{K_i^2} - \frac{1}{K_1^2} \right] + \frac{K_i - K_1}{E_m S_m a_m} + t_1 \dots\dots\dots (10)$$

式中 t_i ——计算环境温度,℃;
 t_1 ——计算最低环境温度,℃;
 K_i ——温度 t_i 时纵吊线张力,N;
 K_1 ——温度 t_1 时纵吊线张力,N;
 L_D ——当量跨距,m;
 b ——杆距中两根吊弦间的距离,m;
 q_0 ——纵吊线与触线单位长度重力之和,N/m;
 G ——吊线器重量,N;
 q_m ——纵吊线单位长度重力,N/m;
 S_m ——纵吊线截面积,mm²;
 E_m ——纵吊线材料的弹性系数,MPa;
 a_m ——纵吊线材料的线膨胀系数。

C4.2 纵吊线张力与垂度的关系按如下公式计算:

$$f = \frac{L_D - b}{8K} [2q_0 L_D + 4G - q_m (L_D - b)] \dots\dots\dots (11)$$

式中 f ——纵吊线垂度,m;
 L_D ——当量跨距,m;
 K ——纵吊线张力,m;
 b ——杆距中两根吊弦间的距离,m;
 q_0 ——纵吊线与触线单位长度重力之和,N/m;
 G ——吊线器重量,N;
 q ——纵吊线单位长度重力,N/m。

C4.3 触线张力与温度的关系按如下公式计算:

$$t_i = \frac{[(L_D - b)^3 + b^3] q^2}{24 L_D} \left[\frac{1}{T_i^2} - \frac{1}{T_1^2} \right] + \frac{T_i - T_1}{E S a} + t_1 \dots\dots\dots (12)$$

式中 t_i ——计算环境温度,℃;
 t_1 ——计算最低环境温度,℃;
 T_i ——温度 t_i 时触线张力,N;
 T_1 ——温度 t_1 时触线张力,N;
 L_D ——当量跨距,m;
 b ——杆距中两根吊弦间的距离,m;
 q ——触线单位长度重力,N/m;
 E ——触线材料的弹性系数,MPa;
 a ——触线材料的线膨胀系数;
 S ——触线截面积,mm²。

C4.4 触线张力与垂度的关系按如下公式计算:

$$F = \frac{q(L_D - b)^2}{8T} \dots\dots\dots (13)$$

式中 F ——触线垂度,m;
 q ——触线单位长度的重力,N/m;
 L_D ——当量跨距,m;
 b ——杆距中两根吊弦间的距离,m;
 T ——触线张力,N。

C4.5 无负载纵吊线张力与温度的关系按如下公式计算:

$$K_i - \frac{A}{K_i^2} = B' \dots\dots\dots (14)$$

其中:

$$A = \frac{q_m^2 L_D^2 E_m S_m}{24}$$

$$B' = K_0 - \frac{q_m^2 L_D^2 E_m S_m}{24 K_0^2} - a_m E_m S_m (t_i - t_0)$$

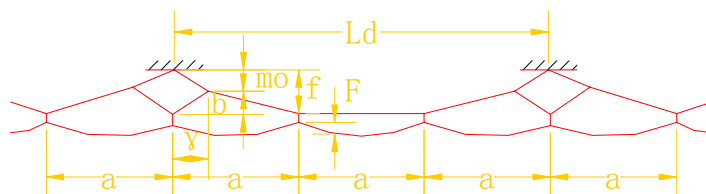
式中 t_i ——计算环境温度,℃;
 t_0 ——转换计算温度,℃;
 K_i ——温度 t_i 时纵吊线张力,N;
 K_0 ——温度 t_0 时纵吊线张力,N;
 L_D ——当量跨距,m;
 q_m ——纵吊线单位长度重力,N/m;
 E_m ——纵吊线材料的弹性系数,MPa;
 a_m ——纵吊线材料的线膨胀系数;
 S_m ——纵吊线截面积,mm²。

C4.6 无负载纵吊线张力与垂度的关系按如下公式计算:

$$f' = \frac{q_m L_D^2}{8K} \dots\dots\dots (15)$$

式中 f' ——纵吊线垂度,m;
 q_m ——纵吊线单位长度重力,N/m;
 L_D ——当量跨距,m;
 K ——纵吊线张力,N。

C5 菱形吊弦简单链式悬吊的计算



附图 C.3 菱形吊弦简单链式悬吊线网结构图

C5.1 纵吊线张力、垂度与温度的关系按如下公式计算:

$$Af_i^3 + Bf_i^2 + Cf_i + D = 0 \dots\dots\dots (16)$$

其中:

$$\begin{aligned} A &= \frac{(1-\varphi)^2}{\lambda} + \frac{\varphi^2}{\alpha-\lambda} \\ B &= -2[m_0 - (1-\varphi)f_0] \left\{ \frac{\varphi}{\alpha-\lambda} + \frac{1-\varphi}{\lambda} \right\} - \left[\varphi \lambda \frac{3\alpha(1-\varphi)-2\lambda}{2bE_m S_m} \right] T_i \\ C &= \left\{ -\frac{m_0^2 - [m_0 - (1-\varphi)f_0]^2}{\lambda} - \frac{(f_0 - m_0)^2 - [m_0 - (1-\varphi)f_0]^2}{\alpha-\lambda} \right. \\ &\quad \left. + \frac{3\alpha K_0}{E_m S_m} [1 - (1-\varphi)\eta] + 3\alpha a_m t_0 \right\} - \left\{ \frac{\varphi \lambda}{E_m a_m b} \cdot [\xi - 2(1-\varphi)] \right\} \end{aligned}$$

$$D = \left\{ -\frac{3\alpha[1-(1-\varphi)\eta]}{E_m S_m (1-\xi\eta)} \left(q_0 a^2 - q_y \frac{\lambda^2}{2} \right) \right\} \\ + \left\{ \frac{2\lambda}{3\alpha} - \frac{ab}{f_0 \lambda} \right\} T_i - 3\alpha \alpha_m t_i \\ - \left\{ \frac{3f_0^2 \varphi \lambda}{E_m S_m b} - \left[(1-\varphi) - \xi + \frac{ab}{\lambda f_0} \right] \right\} T_i$$

式中 t_0 ——触线无垂度时的温度,℃;
 t_i ——计算环境温度,℃;
 φ ——菱形吊线的结构系数, $\varphi = \left(\frac{\alpha - \lambda}{\alpha} \right)^2$;
 α ——吊弦间的跨距,m;
 λ ——菱形吊线水平投影的长度,m;
 m_0 ——温度为 t_0 时菱形结构中纵吊线的垂度,m;
 f_0 ——温度为 t_0 时纵吊线垂度,m;
 b ——菱形结构和吊线的垂度,m;
 T_i ——温度 t_i 时触线张力,N;
 f_i ——温度为 t_i 时纵吊线垂度,m;
 K_0 ——温度为 t_0 时纵吊线张力,N;
 η ——菱形吊线张力与纵吊线张力的关系系数;
 ξ ——触线无垂度时菱形吊线与纵吊线垂度的关系系数;
 E_m ——纵吊线材料弹性系数,MPa;
 α_m ——吊线线膨胀系数;
 S_m ——纵吊线截面积,mm;
 q_0 ——跨距每米悬吊总重力,N/m;
 q_y ——菱形吊线单位重力,N/m。

C5.2 触线张力与温度的关系按如下公式计算:

$$T_i - \frac{A}{T_i^2} = B \dots\dots\dots (17)$$

其中:

$$A = \frac{a^2 q^2 E S}{24}$$

$$B = T_1 - \frac{a^2 q^2 E S}{24 T_1^2} - a E S (t_i - t_1)$$

式中 t_1 ——计算最低环境温度,℃;
 t_i ——计算环境温度,℃;
 q ——触线单位长度重力,N/m;
 a ——吊弦间的跨距,m;
 T_1 ——温度 t_1 时触线张力,N;
 T_i ——温度 t_i 时触线张力,N;
 E ——触线弹性系数,MPa;

S ——触线截面积, mm^2 ;

a ——触线线膨胀系数。

C5.3 触线的张力与垂度关系按如下公式计算:

$$F = \frac{qa^2}{8T} \dots\dots\dots (18)$$

式中

F ——触线垂度, m ;

q ——触线单位长度重力, N/m ;

a ——吊弦间的跨距, m ;

T ——触线张力, N 。

C5.4 无负载纵吊线张力与温度的关系按如下公式计算:

$$K_i - \frac{A}{K_i^2} = B' \dots\dots\dots (19)$$

其中:

$$A = \frac{q_m^2 L_D^2 E_m S_m}{24}$$

$$B' = K_0 - \frac{q_m^2 L_D^2 E_m S_m}{24 K_0^2} - a_m E_m S_m (t_i - t_0)$$

式中 t_0 ——初始计算环境温度, $^{\circ}\text{C}$;

t_i ——计算环境温度, $^{\circ}\text{C}$;

K_0 ——温度 t_0 时纵吊线张力, N ;

K_i ——温度 t_i 时纵吊线张力, N ;

L_D ——纵吊线杆距, m ;

a_m ——纵吊线线膨胀系数;

q_m ——纵吊线单位长度重力, N/m ;

E_m ——纵吊线弹性系数, MPa ;

S_m ——纵吊线截面积, mm^2 。

C5.5 无负载纵吊线张力与垂度的关系按如下公式计算:

$$f' = \frac{q_m L_D^2}{8K} \dots\dots\dots (20)$$

式中 f' ——纵吊线垂度, m ;

q_m ——纵吊线单位长度重力, N/m ;

L_D ——纵吊线杆距, m ;

K ——纵吊线张力, N 。

附加说明：

本标准由建设部标准定额研究所提出。

本标准由建设部城镇建设标准技术归口单位城市建设研究院归口。

本标准由天津市公共交通五场、上海市公共交通供电所负责起草。

本标准主要起草人：张新光、金伯显、曹象林、李明远、李炳林。

本标准委托天津市公共交通五场负责解释。