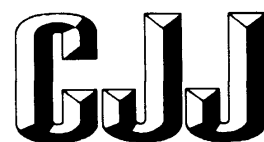


UDC

中华人民共和国行业标准



CJJ/T 72 - 2015

P

备案号 J 2107 - 2015

无轨电车牵引供电网工程技术规范

Technical code for trolleybus supply network engineering

2015 - 11 - 30 发布

2016 - 05 - 01 实施

中华人民共和国住房和城乡建设部 发布

中华人民共和国行业标准

无轨电车牵引供电网工程技术规范

Technical code for trolleybus supply network engineering

CJJ/T 72 - 2015

批准部门：中华人民共和国住房和城乡建设部

施行日期：2 0 1 6 年 5 月 1 日

2015 北 京

中华人民共和国住房和城乡建设部 公 告

第 982 号

住房和城乡建设部关于发布行业标准 《无轨电车牵引供电网工程技术规范》的公告

现批准《无轨电车牵引供电网工程技术规范》为行业标准，编号为 CJJ/T 72-2015，自 2016 年 5 月 1 日起实施。原《无轨电车牵引供电网工程施工及验收规范》CJJ 72-97 同时废止。

中华人民共和国住房和城乡建设部

2015 年 11 月 30 日

前 言

根据原建设部《关于印发〈二〇〇四年度工程建设城建、建工行业标准制订、修订计划〉的通知》（建标〔2004〕66号）的要求，规范编制组经广泛调查研究，认真总结实践经验，参考有关国际标准和国外先进标准，并在广泛征求意见的基础上，修订了本规范。

本规范的主要技术内容是：1. 总则；2. 术语和符号；3. 气象条件；4. 设计；5. 施工；6. 验收。

本规范修订的主要技术内容是：增加了无轨电车牵引供电线网有关设计的内容；调整了无轨电车牵引供电线网工程施工及验收方面的内容。

本规范由住房和城乡建设部负责管理，由中国城市公共交通协会负责具体技术内容的解释。执行过程中如有意见或建议，请寄送中国城市公共交通协会（地址：北京市西城区文兴东街1号国宾馆商务楼二层，邮政编码：100044）。

本规范主编单位：中国城市公共交通协会
中联世纪建设集团有限公司

本规范参编单位：北京市电车公司
上海现代交通建设发展有限公司
杭州市公共交通集团有限公司
太原公共交通控股（集团）有限公司
济南市公共交通总公司

本规范主要起草人员：兰 荣 蔡丽春 吴方华 杨 斌
原亦明 花世华 张京平 高 杨
刘立群 张 俊 闫 立 李 义
逯太林 李美俊 陆 昕 傅俊卿

本规范主要审查人员：梁满华 王荣林 方 鸣 黑洪波
何 穆 郝 辉 李道新 于禹夫
于 腾 李 析

目 次

1	总则	1
2	术语和符号	2
2.1	术语	2
2.2	符号	4
3	气象条件	8
3.1	环境温度	8
3.2	风速	8
3.3	冰荷载	8
3.4	风荷载	9
4	设计	11
4.1	供电线网平面布置	11
4.2	馈线网、接触网	12
4.3	接触网主要材料的安全系数	24
4.4	保养场、回车场和桥梁、涵洞接触网	25
4.5	架空馈线张力与垂度计算	25
4.6	架空接触网受力计算	27
4.7	电车供电网电压降简单计算	37
5	施工	39
5.1	施工准备	39
5.2	线网器材检验	39
5.3	电杆基础与拉线	41
5.4	接触网支撑结构安装	46
5.5	接触网悬吊结构安装	51
5.6	枢纽设备安装	55
5.7	保养场、回车场和桥梁、涵洞接触网架设	59

5.8	架空馈线	60
5.9	避雷器安装	72
5.10	电缆线路安装	74
6	验收	81
6.1	供电线网工程验收	81
6.2	竣工交接	83
	本规范用词说明	85
	引用标准名录	86
	附：条文说明	87

Contents

1	General Provision	1
2	Terms and Symbols	2
2.1	Terms	2
2.2	Symbols	4
3	Meteorological Condition	8
3.1	Environmental Temperature	8
3.2	The Wind Speed	8
3.3	The Ice Load	8
3.4	Wind Load	9
4	Design	11
4.1	The Plane Layout of Power Line Network	11
4.2	Feeder Network and Catenary	12
4.3	Safety Factor of Main Material for Catenary	24
4.4	Catenary in the Maintenance Field, Back Yard, Bridge and Culvert	25
4.5	Calculate Tension and Sag for Overhead Feeder	25
4.6	Calculate the Force for Overhead Catenary	27
4.7	A simple Calculation of Voltage Drop for Trolleybus Power-supply Network	37
5	Construction	39
5.1	Construction Preparation	39
5.2	Line Network Equipment Test	39
5.3	Pole Foundation and Fixed Cable	41
5.4	Installation for Support Structure of Catenary	46
5.5	Installation for Suspension Structure of Catenary	51

5.6	Installation for Hub Equipment	55
5.7	Catenary Erection for Maintenance Field, Back Yard, Bridge and Culvert	59
5.8	Overhead Feeder	60
5.9	Installation for Lightning Arrester	72
5.10	Installation for Cable Line	74
6	Acceptance	81
6.1	Acceptance for Power Line Network Engineering	81
6.2	The Completion of the Handover	83
	Explanation of Wording in This Code	85
	List of Quoted Standards	86
	Addition: Explanation of Provisions	87

1 总 则

1.0.1 为提高无轨电车牵引供电网工程技术水平，规范设计要求，保证施工质量和安全，做到技术先进、经济合理、安全适用，制定本规范。

1.0.2 本规范适用于新建直流系统额定电压 750V，改建、扩建直流系统额定电压 600V 城市及市郊无轨电车牵引供电网的设计、施工及验收。

1.0.3 无轨电车牵引供电网工程的建设，应符合城市总体规划要求，应与城市景观相协调。应根据无轨电车的发展规划，分期建设，逐步实施。

1.0.4 无轨电车牵引供电网的设备选型和设计，应符合标准化、通用化、系列化的要求。

1.0.5 无轨电车牵引供电网应安全、可靠、节能、环保和经济适用。

1.0.6 无轨电车牵引供电网使用的主要材料，应选用低卤、低烟的阻燃或耐火的產品。

1.0.7 在 110kV 以上高压线路下，不得架设无轨电车线网。

1.0.8 无轨电车牵引供电网设计、施工及验收，除应符合本规范外，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 接触线 contact line

以滑动接触方式，向电车集电装置供电的导线。

2.1.2 接触网 catenary

经过集电装置，向电车供给电能的导电线网。

2.1.3 馈线 feeder line

从电车整流站向接触网输送电能的导线。

2.1.4 馈线网 feeder network

由馈线及其组件所组成的网络。

2.1.5 集电装置 current collecting equipment

电车从接触线取得电能的装置。

2.1.6 杆距（档距） pole clearance

相邻两电杆中心之间的最短距离。

2.1.7 跨距 span between suspensions

相邻两悬吊最低点，所做平行垂线之间的距离。

2.1.8 链线 chain line

纵向悬吊接触线的绞索。

2.1.9 横绷线 horizontal stretch line

横向悬吊链线或接触线的绞索。

2.1.10 Y型横绷线 Y model horizontal stretch line

通过钢圈悬吊链线或接触线的绞索。

2.1.11 分线器 splitter

在架空接触线相分处所设的装置，将一条电车线路分成两条线路。

2.1.12 并线器 line merger device

在架空接触线相并处所设的装置，将两条电车线路合并成一条线路。

2.1.13 交叉器 cross-device

在架空接触线交叉处所设的装置，使两条电车线路相互交叉通过。

2.1.14 分段绝缘器 section insulator

把接触线网分断成单独供电区段的绝缘装置。

2.1.15 捕捉器 catcher

电车集电杆自动升起时，集电器能捕捉到接触线的装置。

2.1.16 弹性悬吊 elastic suspension

接触线悬吊处，具有或基本具有弹性的悬吊形式。

2.1.17 斜摆式悬吊 zigzag suspension

采用平行四边形斜摆悬吊器，使接触线吊成 Z 形的悬吊形式。

2.1.18 链式悬吊 chain suspension

以链线悬吊触线的型式。

2.1.19 硬性悬吊 inelastic suspension

接触线悬吊处，不具有或基本不具有弹性的悬吊形式。

2.1.20 线位 line position

链线、横绷线、接触线在道路平面上的垂直投影位置。

2.1.21 复磨体 transition piece

在接触线下方与集电装置接触的异形材料。

2.1.22 垂度 sag

馈、链、接触线由于自重和附加荷载引起的最低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。

2.1.23 张力 tension

馈、链、接触线断面上所承受的拉力。

2.1.24 均压线 equalizing line

在接触网上连接同极性导线，使其区段电压均衡的导线。

2.1.25 馈入点 feed-in point

采用馈线夹向接触网输送电能的部位。

2.1.26 当量区段 equivalent section

选择的接触线的锚定长度。

2.1.27 当量当距 equivalent when the distance

当量区段内，导线张力相同时的平均当距。

2.1.28 接触线悬吊坡度 suspension slope of contact line

接触线或其他复磨体的两个相邻同一位置悬吊点对路面的高度差，与跨距长度的比率。

2.1.29 末端电压 terminal voltage

在一个供电区间内，距整流站最远端的电压。

2.1.30 锚线 anchor line

用以锚定接触网和平衡接触网张力的拉线。

2.1.31 蝙蝠铁 batwing connector

在弯道接触线转角处悬挂接触线的组件。

2.1.32 圈链线 ring-chain line

链线在始端、终端锚线以外延续的半档链线，用钢圈连接的绞线。

2.1.33 供电半径 power supply radius

供电半径就是从电源点开始，到其供电最远负荷点之间的供电线路的物理距离。

2.2 符 号

b ——正、负触线中心与同侧电杆中心线之间的距离；

b_0 ——菱形结构和链线的垂度；

b_b ——覆冰厚度；

b_j ——集中悬挂点间的距离；

C_1 ——温度 t_1 时前后相邻跨距接触线悬挂点间的水平距离；

C_x ——温度 t_x 时前后相邻跨距接触线悬挂点间的水平距离；

c ——迎风面的空气动力系数；

D_r ——前后相邻跨距两斜摆固定点的水平距离；

d ——承力索或导线直径；
 E ——线材料弹性系数；
 F ——链线垂度；
 F_0 ——温度 t_0 时链线垂度；
 F_x ——温度 t_x 时链线的垂度；
 f ——导线垂度（接触线、馈线）；
 H_A ——高悬挂点导线高度；
 H_B ——低悬挂点导线高度；
 H_C ——跨距中心点导线高度；
 h ——支承点与悬吊点之间的垂度；
 I ——供电区段内总的平均电流；
 K ——链线张力；
 K_0 ——温度 t_0 时链线的张力；
 K_1 —— t_1 温度时链线张力；
 K_x —— t_x 温度时链线张力；
 L ——线索长度；
 L_1 ——吊弦间的跨距；
 L_2 、 L_3 ——吊点前后两档跨距的长度；
 L_D ——当量档距；
 L_k ——馈线网长度；
 L_t ——供电区段接触线网长度；
 M ——接触线并行数目；
 m_0 ——温度 t_0 时菱形结构在链线的垂度；
 N ——导线根数；
 N_c ——供电区段内车辆数；
 n ——横绷线斜率；
 n_1 ——弯道横绷线外侧的斜率；
 n_2 ——弯道横绷线内侧的斜率；
 P ——横绷线张力；
 p_1 ——外侧横绷线受力；

p_2 ——内侧横绷线受力；
 p_f ——线索所受风压；
 p_z ——支柱所受风压；
 Q ——横绷线悬挂的接触线、复磨体和配件重量；
 q ——跨距内单位悬吊总重量；
 q_0 ——温度 t_0 时跨距内单位悬吊总重量；
 q_b ——承力索、馈电线和接触线的覆冰重量；
 q_c ——接触线单位长度重量；
 q_m ——链线单位长度重量；
 q_x ——温度 t_x 时跨距内单位悬吊总重量；
 R_k ——馈线网总电阻；
 R_t ——接触线网总电阻；
 r_k ——馈线网单位长度电阻；
 r_t ——接触线单位长度电阻；
 S ——线材料截面积；
 S_t ——不同构造及形状的杆柱身迎风面的构件投影面积；
 T ——导线张力；
 T_0 ——温度 t_0 时导线张力；
 T_1 ——温度 t_1 时导线张力；
 T_x ——温度 t_x 时导线张力；
 t_0 ——已知环境温度；
 t_1 ——最低环境温度；
 t_2 ——接触线无垂度时的温度；
 t_x ——计算环境温度；
 v ——设计计算风速；
 y ——风速不均匀系数；
 Z ——导线折反力；
 α ——线材料线膨胀系数；
 β ——导线曲折角；
 ε ——接触线平均磨损率；

- ξ ——接触线无垂度时，菱形线垂度与链线垂度的关系系数；
- γ ——四边形斜摆吊线与铅垂线间的夹角；
- γ_b ——覆冰重度；
- η ——桁架式电杆柱身背面的风压减低系数；
- η_0 ——菱形线张力与链线张力之间的关系系数；
- φ ——菱形的结构系数；
- λ ——四边形斜摆吊线长度；
- λ_1 ——菱形链线水平投影的长度；
- ρ ——车辆滑行系数；
- ΔU_k ——馈线网电压降；
- ΔU_{tm} ——接触网末端电压降；
- ΔU_{tp} ——接触网平均电压降。

3 气象条件

3.1 环境温度

3.1.1 无轨电车架空接触网选用的气象条件，应根据当地不少于连续 15 年的气象记录，并结合当地已有架空线路的运行经验确定。

3.1.2 最高气温和最低气温，应采用当地近 15 年的年极端最高温度的平均值和年极端最低温度的平均值。

3.1.3 当无可靠的气象资料时，可按典型气象区及其所列的数值确定。

3.1.4 最大风速时的温度，应根据当地气象条件，宜选风速较大，且出现次数较多月份的温度平均值。

3.1.5 接触线无垂度时的环境温度，应采用最高气温和最低气温的平均值。硬性悬吊时环境温度应低于平均值 10°C ；弹性悬吊时环境温度应低于平均值 5°C 。

3.2 风 速

3.2.1 无轨电车架空接触网的最大设计风速值应采用近 15 年内，每年风速最大值的平均值。风速最大值应采用空旷地区离地面 10m 高处的最大风速确定。

3.2.2 接触网线索覆冰时的风速，当无实际观测资料时，风速应按调查结果取值。

3.3 冰 荷 载

3.3.1 计算冰荷载时，冰壳厚度不应小于实际观测到的近 15 年至少出现过一次的最大覆冰厚度确定。

3.3.2 当冰层覆盖在馈电线、承力索和接触线上时，覆冰计算

厚度应按下列两种情况确定：

- 1 接触线覆冰厚度应按空心圆柱覆冰的一半折算；
- 2 承力索、馈电线覆冰单位长度重量应按空心圆柱折算，并应按下列式计算：

$$q_b = \pi \gamma_b b_b (b_b + d) \quad (3.3.2)$$

式中： q_b ——承力索、馈电线和接触线的覆冰重量 (N/m)；

b_b ——覆冰厚度 (m)；

d ——承力索或导线直径 (m)；

γ_b ——覆冰重度 (N/m³)，按表 3.3.2 选取。

表 3.3.2 覆冰重度

覆冰形式	重度 (N/m ³)
坚硬透明或半透明的覆冰	6000~9000
冰霜混合物	2000~9000
薄层结晶的白霜	200~1000

3.4 风 荷 载

3.4.1 在架空接触网设计中计算风荷载时，应采用 10m 高处最大设计风速条件下的基本风压。

3.4.2 接触网悬挂线索的风压可按下列式计算：

$$p_f = 0.625 \cdot y \cdot c \cdot d \cdot L \cdot v^2 \quad (3.4.2)$$

式中： p_f ——线索所受风压 (N)；

y ——风速不均匀系数，应按表 3.4.2-1 取值；

c ——迎风面的空气动力系数，应按表 3.4.2-2 取值；

d ——承力索或导线直径 (m)；

L ——线索长度 (m)；

v ——设计计算风速 (m/s)。

表 3.4.2-1 风速不均匀系数

计算风速 (m/s)	20 以下	20~30 以下	30~35 以下	35 及以上
y	1	0.85	0.75	0.7

表 3.4.2-2 迎风面的空气动力系数

空气动力系数		c
受风件特征		
支柱	环形混凝土支柱	0.6
	矩形混凝土支柱	1.4
	四边桁架钢柱	$1.4 (1+\eta)$
线索	链式悬吊	1.25
	其他悬吊	1.2

3.4.3 支柱风压可按下式计算：

$$p_z = 0.625 \cdot c \cdot (1 + \eta) \cdot s_t \cdot v^2 \quad (3.4.3)$$

式中： p_z ——支柱所受风压 (N)；

c ——迎风面的空气动力系数；

s_t ——不同构造及形状的杆柱身迎风面的构件投影面积 (m^2)；

v ——设计计算风速 (m/s)；

η ——桁架式电杆柱身背面的风压减低系数，应按表 3.4.3 取值。

表 3.4.3 桁架式电杆柱身背面的风压减低系数 η

s_t/s_l	≤ 0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	1
η	1	0.85	0.66	0.5	0.33	0.15	0.15

注：1 s_t 为构件的投影面积；

2 s_l 为桁架的轮廓面积。

4 设 计

4.1 供电线网平面布置

I 接触网平面布置

4.1.1 接触网布置应结合近远期供电线网规划，保证不间断供电和电车的运行。

4.1.2 接触网平面图布置应符合下列规定：

1 应标注接触网系统的设备与市政管网设施之间有关配合的最小距离和校核的基准尺寸；

2 接触网采用的形式、悬吊方式和使用的设备型号、安装位置、施工用指导性张力或垂度的数值应标注清晰、齐全，重点部位应有局部放样和文字说明。

II 馈线网平面布置

4.1.3 馈线网使用接触网电杆时，馈线网的平面图布置，可合并在接触网平面布置图内。

4.1.4 馈线网平面图布置应符合下列规定：

1 应标注馈线网系统的设备与市政管网设施之间有关的配合最小距离和校核时的基准尺寸；

2 馈线网的安装方式和选用的设备、型号、安装位置应标注清晰、齐全；

3 架空馈线和电缆敷设的走向、排列以及相关标志、施工用指导性张力或垂度的数值应标注清晰、齐全，重点部位应有局部放样和文字说明。

4.2 馈线网、接触网

I 无轨电车运行道路条件

- 4.2.1 道路纵向坡度不宜大于 7%。
- 4.2.2 当道路宽 9.0m，其弯道处道路中心线的转弯半径不应小于 14.0m，内侧道路路缘石的弯曲半径不应小于 8.5m。
- 4.2.3 在林荫道路上树干侵入车道与道路路缘石的距离不应大于 2.0m，其净空高度不应低于 4.8m。
- 4.2.4 跨越线网的树枝的净空高度不得低于 7.0m。

II 无轨电车直流供电系统的电压

- 4.2.5 直流系统标称电压应为 750V 或 600V。新建无轨电车直流供电系统的电压应采用 750V。
- 4.2.6 直流系统电压变化极限应为标准电压的 $\pm 20\%$ 。

III 馈线网、接触线网绝缘

- 4.2.7 馈线网、接触线网的绝缘、试验、保护性接地应符合国家现行同等电压等级的相关规定。

IV 架空接触网悬吊形式

- 4.2.8 接触网的悬吊形式，应根据道路条件、运营情况及技术经济条件，综合比较确定。宜先采用弹性悬吊，部分地段可采用硬性悬吊。
- 4.2.9 不同悬吊形式允许的最高车速不宜超过下列规定：
 - 1 硬性悬吊：30km/h；
 - 2 弹性斜摆式悬吊：50km/h；
 - 3 弹性链线式悬吊：70km/h。
- 4.2.10 无轨架空接触线坡度（纵向两悬吊点高差与两悬吊点水平距离之比），应符合表 4.2.10 的规定。

表 4.2.10 架空接触线坡度

序号	电车速度 (km/h)	接触线最大坡度 (‰)
1	30	20
2	60	10
3	80	8
4	100	5

4.2.11 接触网采用弹性悬吊应符合下列规定：

1 地区季节温度差在 40℃ 及以下时宜采用斜摆式悬吊。斜摆式悬吊适用于直道较短，弯曲道路较多，弯曲道路半径较大的街道。接触线的张力可以不进行调整。其档距不宜大于 35.0m。

2 地区季节温度差大于 40℃ 时宜采用链线的平均悬吊、集中悬吊或菱形悬吊。链线悬吊适用于宽敞的直道线路和弯道较少的街道，接触线应进行季节性调整。

4.2.12 接触网采用硬性悬吊应符合下列规定：

1 车速不高的地段和弯道、场区、回车环路、车库、桥梁、涵洞区域以及枢纽设备组件的定位等宜采用硬性悬吊；

2 硬性悬吊点的档距不宜大于 25.0m。

4.2.13 接触线悬吊点相邻跨距比应符合下列规定：

1 斜摆式悬吊相邻两跨距之比不宜大于 1 : 1.15；

2 链线悬吊相邻两跨距之比不宜大于 1 : 1.5；

3 硬性悬吊相邻两跨距之比不宜大于 1 : 1.1。

V 架空接触网限界

4.2.14 电杆应竖立在人行道，杆中心距道路的路缘石外边缘宜为 0.5m~0.8m。也可竖立在绿化带或路口环岛内。

4.2.15 电杆基础外缘与市政设施的最小距离，应符合表 4.2.15 的规定。

表 4.2.15 电杆基础外缘与市政设施最小距离 (m)

名 称	最小距离
房屋基础外缘	0.5
围墙基础外缘	
上水管道外缘	
下水管道外缘	
树	2.0
地下消火栓外缘	
各种管道检查井外缘	
上水闸井外缘	
电力直埋电缆外缘	0.5
电信直埋电缆外缘	
电信管道外缘	
燃气、热力管道外缘	
雨水口及其支管	0.3

4.2.16 跨越无轨电车接触网的市政设施，应符合下列规定：

- 1 1kV 及以上架空的电线、电缆，距地面高不应小于 9.0m；
- 2 1kV 以下架空的电线、电缆，距地面高度不应小于 7.5m；
- 3 用于通讯架空电线、电缆，距地面高度不应小于 7.0m；

4.2.17 无轨电车线路沿线道路两侧，电车集电杆脱线时，有可能触及的配电变压器、电缆头、刀闸、裸导线、霓虹灯广告、招牌等均应移除，或安装有效防护设施。

4.2.18 无轨电车线路通过的桥梁、涵洞、净空高度不应小于 5.2m。

4.2.19 绿化树冠和枝叶与馈、接触线间的距离不应小于 1.0m。

4.2.20 无轨电车架空馈线与 1kV 以上电力架空线缆应分别架设在道路的两侧。

4.2.21 架空馈线网与外界设施之间的安全距离，应符合表 4.2.21 的规定。

表 4.2.21 架空馈线与外界设施之间的安全距离 (m)

项 目	最小距离
距地面最小高度	7.0 (接触线除外)
边线距房屋建筑最凸出部分净距	1.0
越过房顶的水平距离	2.5
跨越公路、铁路轨顶距离	7.0 (电气化铁路除外)
与电信线的垂直距离	1.2
与电力 500V 及以下低压线的垂直距离	1.0
与 10kV 高压线垂直距离	2.0

4.2.22 同杆架设其他交叉线路时，横担间的最小距离，应符合表 4.2.22 的规定。

表 4.2.22 同杆架设其他交叉线路时横担间最小距离 (m)

项 目	直线杆	转角杆
馈线与 10kV 电力线	1.2	1.0
馈线与 500V 及以下电力低压线	1.0	0.8
馈线与电信线	0.8	0.6

注：10kV 以上高压线路不应与馈线同杆。

VI 馈线、接触线正负排列

4.2.23 馈线在横担上的排列顺序应为：正线在车道侧；负线在步道侧。当无车道和步道时，正线应在送电方向的左侧；负线应在送电方向的右侧。

4.2.24 分区馈线在横担上的排列应为：长距离馈线在横担的内侧，中距离馈线在中间，短距离馈线在外侧。

4.2.25 接触线应以行车方向为准，左侧为正线，右侧为负线。

VII 接触线设计的位置

4.2.26 直道正、负接触线悬吊点处中心线位置，应在电车行驶轨迹左、右 2.0m 以内，负接触线应在快慢车道分界线左、右

0.5m 以内。

4.2.27 车站处的正、负接触线中心线位置，与同侧道路路缘石外边缘的距离不宜大于 5.0m。

4.2.28 直道线与弯道线衔接处的接触线，其水平转角不应大于 7° 。

4.2.29 弯道正、负接触线弯道折点处中心线位置，应根据弯道曲线半径，布置在电车行驶轨迹的内侧 1.0m~3.0m 处。

4.2.30 弯道内股正、负接触线弯道折点处中心线位置，与同侧道路路缘石外边缘的距离不宜小于 2.5m。

VIII 接触线支承形式

4.2.31 横绷线支承应用于悬吊宜符合下列规定：

1 横绷线可支承硬性悬吊、简单悬吊、斜摆悬吊，以及弯道线和枢纽设备的悬吊；

2 行车道路较宽，接触线支线较多的路段，以及单臂梁支承不能协调的路段，均可采用横 绷线链线悬吊。

4.2.32 单臂梁支承应用于悬吊宜符合下列规定：

1 单臂梁可支承链线悬吊、斜摆悬吊、简单悬吊、单向弯道内侧接触线悬吊，以及调整链线，接触线锚固的支承。

2 具有隔离带的上下行道路、行车混合路面较窄道路、弯曲道路、仅能一侧立杆的街道；均宜采用单臂支承。当杆距较大采用双链线悬吊的接触网，或半补偿的接触网，亦宜采用单臂支承。

IX 接触线悬吊点处，接触线及复磨体底面净空高度

4.2.33 触线悬吊点处，触线及复磨体底面距地面净空高度应符合下列规定：

1 直线路段应为 5.5m；

2 路口、弯道及分线器、并线器、交叉器地段应为 5.3m；

3 捕捉器滑道部与地面高度应为 5.3m；

4.2.34 与铁路平交，接触线离轨顶高度宜为 5.5m。

4.2.35 接触线或其他滑磨体离地最小净空高度应为专用道 4.4m，非专用道 4.8m。

X 馈线、接触线的线间距离

4.2.36 架空馈线支承点处线间的距离，绝缘线不应小于 0.3m；非绝缘线不应小于 0.4m。

4.2.37 接触线的线间距离，应符合下列规定：

1 正、负接触线悬吊点处间距：直道应为 0.55m~0.6m，弯道及交叉处应为 0.6m~0.7m；

2 直道同方向相邻两对接触线中心线间的距离不应小于 1.3m；

3 弯道同方向相邻两对接触线中心线间的距离不应小于 1.4m；

4 直道、弯道，逆行方向两对接触线中心线间的距离不应小于 3.0m。

XI 接触线的应用

4.2.38 运营的电车路线应根据运营调度的需要设置区间的回车线，一条路线不宜超过两处。

4.2.39 一对正、负接触线承担的电车运营路线，在 1km 内的重复路线，也不应超过三条路线，不宜超过两条。

4.2.40 在重复路线的区段内，重点的停车站可设置避让线。

4.2.41 无轨电车运营线路的任何区段，在其道路断面内，架空的接触线，不应超过四对（八条接触线）。

4.2.42 接触线考虑磨损后的供电计算应满足远期电车运营的需要。

XII 枢纽设备设置

4.2.43 分线器设置应符合下列规定：

1 分线器的操作方式应为电动形式，在运营线路上应采用

电动分线器；

- 2 分线器应分左向及右向，导舌的转折角不宜大于 7° ；
- 3 分线器应采用不承受接触线张力的结构；
- 4 分线器和并线器，不宜设置在弯道的中部；
- 5 在运营线路弯道和交叉路口设置的分线器，距交通信号停车线的距离应不小于 70m，距车站的距离应不小于 30m；
- 6 在同一根横绷线，不应设置两组分线器、两组并线器；也不应设置一组分线器、一组并线器；
- 7 在运营线路中，单程 30m 以内，不宜连续设置分线器或并线器，避让线处的分线器与并线器之间的距离不宜小于 45m；
- 8 保养场内和运营终点回车场内的分线器，如需连续设置时，其间距不宜小于 10m，条件不具备时，可采用手动分线器；
- 9 分线器的角度定位线，宜采用硬性悬吊，其间距不宜大于 20m；
- 10 分线器在横绷线悬吊时，宜采用硬性悬吊，横绷线应垂直分线器和并线器的直行线，当采用 Y 型横绷线时，分线器的位置，应设置在主横绷线侧；
- 11 分线器弯道线的甩头锚线，应锚在弯道接触线的延长线侧。当条件不具备时，允许锚线有曲折角，但不应大于 15° 。

4.2.44 并线器设置，应符合下列规定：

- 1 并线器应有左向、右向之分，并线器的角度不宜大于 7° ；
- 2 并线器应采用不承受接触线张力的结构；
- 3 并线器的装置，使用方式应根据使用要求，可采用弯道有电运行；也可采用直道有电运行；
- 4 保养场和运营线路终点回车场的并线器，如需连续设置时，其间距不宜小于 7m；
- 5 并线器的角度定位线，宜采用硬性悬吊，其间距不宜大于 20m；
- 6 并线器在横绷线悬吊时，宜采用硬性悬吊，横绷线应垂

直分线器和并线器的直行线，当采用 Y 型横绷线时，并线器的位置，应设置在主横绷线侧；

7 并线器弯道线的甩头锚线，应锚在弯道接触线的延长线侧，当条件不具备时，锚线有曲折角，不应大于 15° 。

4.2.45 交叉器设置应符合下列规定：

1 交叉器的角度宜为 $25^{\circ}\sim 90^{\circ}$ ，角度的变化宜为 5° 一档。与分线器和并线器配套的交叉器角度不宜小于 22° 。

2 交叉器应采用不承受接触线张力的结构。

3 交叉器组四个方向的角度定位线，与交叉器的距离不宜大于 5.0m，定位线宜采用硬性悬吊。

4 在运营线路上，道路条件较好时，不宜使用 25° 及以下角度的交叉器组。

5 交叉器组的悬吊线，应为双重绝缘，交叉器组与横绷线的垂直距离不宜小于 0.5m。

6 交叉器组的装置及使用方式，应根据道路状况和交叉器各路通过的车次确定。

4.2.46 分段绝缘器设置应符合下列规定：

1 无轨电车保养场的供电线网应与运营线网分开，应设专用馈线。

2 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。

3 供电区段的供电设计应满足电车远期发展运营的需要。

4 分段绝缘器应采用不承受接触线张力的结构。

5 分段绝缘器在弹性悬吊系统中应进行悬吊。

6 分段绝缘器设置应符合下列规定：

1) 应设置在接触线处在直线的地段内，或两悬吊点间直线的范围内；

2) 在停车站前，不应小于三个车身长的位置；

3) 距交通路口指示信号的距离：专用线时不宜小于 50m；混合道路时不宜小于 70m；

4) 不宜设置在上坡的地段内；

5) 上下行分段绝缘器错开的位置距离不宜大于 70m。

4.2.47 捕捉器设置应符合下列规定：

1 捕捉器应采用不承受接触线张力的结构；

2 捕捉器应双重绝缘；

3 捕捉器应悬吊在单臂梁下，单臂梁应锚固，并应与接触线方向垂直；

4 捕捉器前后挡宜采用硬性架设，并应与捕捉器顺直；

5 弹性悬吊时捕捉器前后档跨距不应大于 25m，并应与捕捉器顺直；

6 正、负捕捉器间距应在 0.6m~0.7m 之间；

7 站前捕捉器中心与道边的距离应为电车宽度的一半加 0.5m。

XIII 均 压 线

4.2.48 均压线之间的距离，应根据供电区段内接触线长度和运行车数，交通状况，综合分析，通过计算确定。

4.2.49 供电区段末端 100m 处宜设置均压线。

4.2.50 新建运营线路和新线路通过旧线路运行，应缩短均压线间的距离；或重新计算旧线路供电区段的负荷，调整供电区段位置。

XIV 电 杆 与 基 础

4.2.51 电车电杆的容量、型号，应根据地区地质、气象条件和线网工作条件，按经济合理，使用方便原则综合确定。

4.2.52 电车电杆的选型、设计与制造应符合现行行业标准《城市无轨电车和有轨电车供电线网电杆》CJ/T 3 的规定。

4.2.53 电车电杆基础应与杆型级别匹配，在最不利的条件下倾覆力矩不应大于稳定力矩的 85%，基础混凝土强度等级不应小于 C15。

4.2.54 钢结构杆的基础顶面和金属法兰盘的顶面宜高于路面 0.2m。

4.2.55 在岩石、混凝土建筑物上嵌入的吊钩托架等，应进行专项设计。承受线网负载时，应把预留构件与建筑物钢筋混凝土结构的主筋相连，应确保建筑物的安全与稳定，并应经设计单位同意。填注嵌入物孔内的水泥砂浆强度等级不得小于 M20。

XV 电杆拉线

4.2.56 当电杆荷载超过电杆标准容量时，应设置拉线。

4.2.57 落地拉线与电杆间的夹角应在 $30^{\circ}\sim 45^{\circ}$ 之内。

4.2.58 拉桩杆与坠线间的夹角宜为 30° 。拉桩杆的深度不应小于 1.0m，坑底应有 0.05m 的混凝土垫层。当拉桩杆不设坠线时，应增设混凝土基础，拉桩杆的力矩应满足受力要求。

4.2.59 拉线应与线材配件匹配，拉线直径应通过计算确定。

4.2.60 埋入土中的拉线棒，应采取镀锌并涂沥青等防腐措施。

4.2.61 当电车杆与其他线路合杆时，拉线的设置应考虑其他线路的附加荷载。

XVI 锚 线

4.2.62 架空链线、接触线的始端、终端，均应设置锚线。

4.2.63 链线、接触线的锚段长度宜小于 1.5km，根据线网实际情况可设置单向锚线或双向锚线。

4.2.64 在桥梁、隧道、涵洞、铁路平交（电气化铁路除外）及引坡等区段或特殊悬吊的接触网，均应设置单向锚线或双向锚线。

4.2.65 锚线的斜率宜为 $10\%\sim 14\%$ 。

XVII 防 雷 保 护

4.2.66 架空馈线网和接触网，应分别安装避雷器。

4.2.67 保养场处在雷电较多的地区，应装置独立的避雷针或避

雷线。

4.2.68 避雷器接地极的电阻不应大于 10Ω 。

XVIII 电缆敷设

4.2.69 电缆选择应符合下列规定：

- 1 应根据供电负荷容量和电压等级选择电缆；
- 2 直埋电缆应选择铠装电缆，外层材料应具有抗腐蚀性能；
- 3 敷设在隧道、沟道和室内的电缆，应采用非易燃性的外护层。

4.2.70 直埋电缆应符合下列要求：

- 1 电车直埋电缆与建筑物和市政设施之间的安全距离，应符合表 4.2.70 的规定。

表 4.2.70 电车地下电缆与市政设施之间的距离

序号	项目	最小净距 (m)	
		平行	立交
1	电车直流电缆	0.1	—
2	不同单位 10kV 及以下电缆	0.5	0.5
3	电信电缆	0.5	0.5
4	建筑基础	0.6	—
5	其他管道	0.5	0.5
6	热力管道、热力设备	2.0	0.5
7	燃气管道	1.0	0.5
8	排水沟管	1.0	0.5
9	城市街道路面	1.0	0.7
10	铁路路轨	3.0	1.0

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 序号 2、3 当采用穿管或用隔板隔开时平行和交叉净距可为 0.2m。

3 序号 5、7、8 采取穿管时净距可为 0.25m。

4 序号 6 应采取隔热措施，使电缆周围土壤温升不超过 10°C 。

2 直埋电缆的深度不应小于 0.7m，穿越农田不应小于 1.0m。在寒冷地区，电缆应敷设于冻土层以下；当无法深埋时，应采取措施；

3 直埋电缆的路径，不应有腐蚀性的有机物质、矿渣、石灰、瓦砾等，当需途经时，应换土或采取保护措施；

4 在明沟、河边容易遭到冲刷的地段，不宜敷设电缆，当需敷设时应采取措施；

5 直埋电缆与其他电缆交叉时，电压高的电缆宜在下层，交叉时其角度不宜小于 60° ，交叉处应套保护管，并长出被电缆交叉的两侧各 0.5m；

6 直埋电缆的上下层均应铺不小于 0.1m 厚的软土或细砂层，并应加盖混凝土保护板或砖块；其覆盖宽度应超过电缆两侧各 0.05m。

4.2.71 电缆敷设在电缆沟内时，应符合下列规定：

1 电缆沟高度不应低于 1.8m，沟内应采取防水措施，并应有坡度不小于 0.5% 的排水槽；

2 电缆沟内支架上电缆的最小净距，不应小于电缆外径的 2 倍加 10mm，上下层支架的垂直净距不应小于 0.15m。

4.2.72 电缆敷设在桥梁上时，应符合下列要求：

1 在经常受到震动的桥敷设电缆，应有防震措施，并应对电缆采取防热胀冷缩的措施。进出桥梁的两端，电缆应有足够强度的保护管或保护罩。

2 在木桥上敷设电缆，应穿在金属管内。在其他结构的桥梁上电缆应敷设在人行道下的电缆沟中或穿在管内。

3 在人不易接触处，电缆可在桥上裸露敷设，但应避免太阳直接照射。

4 悬吊架设的电缆与桥梁架构之间的净距不应小于 0.5 m。钢索上电缆悬挂点的间距不宜大于 0.75m；每个悬挂点均应有电缆托。

4.2.73 当电缆穿管敷设时，应符合下列要求：

1 电缆管内径不应小于使用电缆外径的 2.5 倍，当采用非金属管时，其内径不应小于 100mm；

2 电缆进出建筑物和隧道沟道处应有一定强度的保护管或加装保护罩，伸出建筑物散水坡的保护管长度不应小于 0.25m，保护罩根部不应高出地面；

3 通过道路的电缆保护管应出路边 1.0m；

4 地下敷设的电缆出地面后，应有长度不小于 2.0m 的保护管。

4.3 接触网主要材料的安全系数

I 馈线线材抗拉安全系数

4.3.1 裸铜绞线抗拉安全系数不应小于 3，裸铝绞线抗拉安全系数不应小于 3.5，钢芯铝绞线抗拉安全系数不应小于 3。

II 接触线抗拉安全系数

4.3.2 铜接触线抗拉安全系数不应小于 2.4，钢铝接触线抗拉安全系数不应小于 2.5。

III 承力索镀锌钢绞线抗拉安全系数

4.3.3 横绷线、弯道线、锚线等，承力索镀锌钢绞线的抗拉安全系数不应小于 3，单链线、支柱联线及其他承力索的镀锌钢绞线，或镀锌铁线的抗拉安全系数不应小于 3。

IV 绝缘子安全系数

4.3.4 瓷绝缘子及高分子合成的塑胶、尼龙、环氧树脂等绝缘子，承受机电联合的抗拉绝缘件，其安全系数不应小于 3。针式和蝶式瓷绝缘子的抗弯安全系数不应小于 2.5。

V 接触网中主要配件安全系数

4.3.5 承受拉力的耐张型低碳钢金属零件安全系数不应小于 3。

4.3.6 钢结构杆件的长细比，受压主杆不宜大于 150，受压斜杆不宜大于 200。

4.4 保养场、回车场和桥梁、涵洞接触网

4.4.1 保养场、回车场的接触网设置应根据近远期规划，满足无轨电车进出场、检修、保养和停放车等工艺流程的要求。

4.4.2 保养场、回车场宜有两个无轨电车进出口，其接触网的架设不宜复杂。

4.4.3 场内的接触线与行车、停放车、回转的方向应为顺时针或逆时针。

4.4.4 停车用单路接触线的路面宽度不宜小于 10m。

4.4.5 场内宜设置专用的试车线路、教练线路，其直线长度不宜小于 80m。试车线路的刹车用架空接触线不应设置分线器、并线器、交叉器及分段绝缘器。

4.4.6 保养场的接触网供电应采用单独供电方式，与运营线路分开，并应具备联络馈线。

4.4.7 场内接触线的高度应为 5.5m，场内分线器、并线器、交叉器的高度不应小于 5.2m。

4.4.8 车间内的接触线布置应符合下列规定：

- 1 接触线悬吊点处与地面的高度不应小于 5.0m；
- 2 接触线应采用硬性悬吊，档距不宜大于 25.0m；
- 3 车间内，地沟上方的接触线中心位置，应偏离地沟中心线 1.4m。

4.4.9 接触线通过桥梁下，（包括人行过街桥）和涵洞时，净空高度不应小于 5.0m。

4.5 架空馈线张力与垂度计算

4.5.1 架空馈线的张力与温度关系应按下列公式计算：

$$T_x - \frac{A}{T_x^2} = B \quad (4.5.1-1)$$

$$A = \frac{q_x^2 \cdot L_D^2 \cdot E \cdot S}{24} \quad (4.5.1-2)$$

$$B = T_0 - \frac{q_0^2 \cdot L_D^2 \cdot E \cdot S}{24T_0^2} - \alpha \cdot E \cdot S(t_x - t_0) \quad (4.5.1-3)$$

式中： t_0 ——已知环境温度（℃）；

t_x ——计算环境温度（℃）；

T_0 ——温度 t_0 时导线张力（N）；

T_x ——温度 t_x 时导线张力（N）；

L_D ——当量档距（m）；

q_0 ——温度 t_0 时跨距内单位悬吊总重量（N/m）；

q_x ——温度 t_x 时跨距内单位悬吊总重量（N/m）；

α ——导线材料线膨胀系数（℃⁻¹）；

E ——导线材料弹性系数（N/mm²）；

S ——导线材料截面积（mm²）。

注：当 q_0 与 q_x 所处环境条件相同时， $q_0 = q_x$ 。

4.5.2 等高悬挂（支承）时馈线张力与垂度关系应按下式计算：

$$f = \frac{qL_D^2}{8T} \quad (4.5.2)$$

式中： f ——导线垂度（m）；

q ——跨距内单位悬吊总重量（N/m）；

L_D ——当量档距（m）；

T ——导线张力（N）。

4.5.3 不等高悬挂（支承）时，其馈线垂度应按下式计算：

$$f = \frac{H_A + H_B}{2} - H_C \quad (4.5.3)$$

式中： f ——导线垂度（m）；

H_A ——高悬挂点导线高度（m）；

H_B ——低悬挂点导线高度（m）；

H_C ——跨距中心点导线高度（m）。

4.5.4 馈线改变方向时，其折反力应按下式计算：

$$Z = 2 \cdot N \cdot T \cdot \sin \frac{\beta}{2} \quad (4.5.4)$$

式中：Z——导线折反力 (N)；

N——导线根数；

T——导线张力 (N)；

β ——导线曲折角。

4.6 架空接触网受力计算

4.6.1 架空接触网的张力和垂度计算，应根据悬挂型式及不同参数确定。

I 接触线硬性悬挂计算

4.6.2 接触线硬性悬挂时的张力与温度的关系应按本规范第 4.5.1 条计算。

4.6.3 接触线硬性悬挂时等高悬挂的垂度应按本规范第 4.5.2 条计算。

4.6.4 接触线不等高悬挂的垂度按本规范第 4.5.3 条计算。

4.6.5 接触线改变方向时，折反力的计算按本规范第 4.5.4 条计算。

II 斜摆式“Z”字形接触网计算

4.6.6 当斜摆式“Z”字形接触网应符合下列规定：

- 1 接触线的张力值在当地最高温度时，不应小于 3.5kN；
- 2 接触线曲折角 β 值宜在 $0.5^\circ \sim 2.5^\circ$ 范围内变化；
- 3 电车受电器通过悬挂点时，其斜摆角不应大于 48° ；
- 4 接触线的垂度 f 值的 2 倍与当量跨距 L_D 的比值应小于 2%。

4.6.7 当斜摆式为“四边形”接触网前后相邻跨距，斜摆固定点间在铅垂面上的水平距离应按下式计算：

$$D_r = \frac{q \cdot L_D \cdot \operatorname{tg} \gamma}{2T_1} + 2\lambda \cdot \sin \gamma \quad (4.6.7)$$

式中： D_r ——前后相邻跨距两斜摆固定点的水平距离（m）；

L_D ——当量跨距（m）；

T_1 ——温度 t_1 时导线张力（N）；

λ ——四边形斜摆吊线长度（m）；

γ ——四边形斜摆吊线与铅垂线间的夹角；

q ——跨距内单位悬吊总重量（N/m）。

4.6.8 接触线张力与温度的关系应按下式计算：

$$t_x = \frac{C_x^2}{2L_D^2\alpha} - \frac{C_1^2}{2L_D^2\alpha} + \frac{q^2 \cdot L_D^2}{24T_x^2\alpha} - \frac{q^2 \cdot L_D^2}{24T_1^2\alpha} - \frac{T_x}{\alpha ES} + \frac{T_1}{\alpha ES} + t_1 \quad (4.6.8)$$

式中： t_x ——计算环境温度（℃）；

t_1 ——最低环境温度（℃）；

T_1 ——温度 t_1 时导线张力（N）；

T_x ——温度 t_x 时导线张力（N）；

C_1 ——温度 t_1 时前后相邻跨距接触线悬挂点间的水平距离（m）；

C_x ——温度 t_x 时前后相邻跨距接触线悬挂点间的水平距离（m）；

L_D ——当量跨距（m）；

q ——跨距内单位悬吊总重量（N/m）；

E ——线材料弹性系数（N/mm²）；

S ——线材料截面积（mm²）；

α ——线材料线膨胀系数（℃⁻¹）。

4.6.9 当“Z”字接触线值 C_1 变为 C_x 时，其相应张力 T_x 值应按下式计算：

$$T_x = \frac{L_D \cdot q}{2C_x \sqrt{\left(\frac{2 \cdot \lambda}{D_r - C_x}\right)^2 - 1}} \quad (4.6.9)$$

式中： C_x ——温度 t_x 时前后相邻跨距接触线悬挂点间的水平距离（m）；

- T_x ——温度 t_x 时导线线张力 (N);
 L_D ——当量档距 (m);
 q ——跨距内单位悬吊总重量 (N/m);
 λ ——四边形斜摆吊线长度 (m);
 D_r ——前后相邻跨距两斜摆固定点的水平距离 (m)。

III 电杆跨距间采用链线悬吊平均悬挂接触网计算

4.6.10 链线张力与温度的关系应按下式计算:

$$t_x = \frac{1}{16\alpha} \cdot (q \cdot L_D)^2 \cdot \left[\frac{1}{K_x^2} - \frac{1}{K_1^2} \right] + \frac{K_1 - K_x}{\alpha \cdot E \cdot S} + t_1 \quad (4.6.10)$$

- 式中: t_x ——计算环境温度 (°C);
 t_1 ——最低环境温度 (°C);
 K_x —— t_x 温度时链线张力 (N);
 K_1 —— t_1 温度时链线张力 (N);
 q ——跨距内单位悬吊总重量 (N/m);
 L_D ——当量档距 (m);
 E ——线材料的弹性系数 (N/mm²);
 S ——线材料截面积 (mm²);
 α ——线材料线膨胀系数 (°C⁻¹)。

4.6.11 垂度与链线张力关系应按下式计算:

$$F = \frac{L_D^2}{8 \cdot K} \cdot q \quad (4.6.11)$$

- 式中: F ——链线垂度 (m);
 K ——链线张力 (N);
 L_D ——当量档距 (m);
 q ——跨距内单位悬吊总重量 (N/m)。

4.6.12 接触线张力与温度的关系应按下列公式计算:

$$T_x - \frac{A}{T_x} = B \quad (4.6.12-1)$$

$$A = \frac{q^2 \cdot \left(\frac{L_D}{2}\right)^2 \cdot E \cdot S}{24} \quad (4.6.12-2)$$

$$B = T_1 - \frac{q^2 \cdot \left(\frac{L_D}{2}\right)^2 \cdot E \cdot S}{24 \cdot T_1^2} - \alpha \cdot E \cdot S(t_x - t_1) \quad (4.6.12-3)$$

式中： t_1 ——最低环境温度（℃）；

T_x ——温度 t_x 温度时导线张力（N）；

T_1 ——温度 t_1 时导线张力（N）；

q ——跨距内单位悬吊总重量（N/m）；

L_D ——当量档距（m）；

E ——线材料的弹性系数（N/mm²）；

S ——线材料截面积（mm²）

α ——线材料线膨胀系数（℃⁻¹）。

4.6.13 接触线张力与垂度关系应按下式计算：

$$f = \frac{q \cdot \left(\frac{L_D}{2}\right)^2}{8T} \quad (4.6.13)$$

式中： f ——导线垂度（m）；

q ——跨距内单位悬吊总重量（N/m）；

L_D ——当量档距（m）；

T ——导线张力（N）。

4.6.14 链线无负载时链线张力与温度的关系可按本规范第 4.5.1 条计算。

4.6.15 链线无负载时张力与垂度的关系可按本规范第 4.5.2 条计算。

IV 电杆跨距间采用链线悬吊集中悬挂接触网计算

4.6.16 链线张力与温度的关系应按下式计算：

$$t_x = 32\alpha L_D [2q \cdot L_D - q_m(L_D - b_j)]^2 \cdot \left[\frac{1}{K_x^2} - \frac{1}{K_1^2} \right] + \frac{K_1 - K_x}{\alpha \cdot E \cdot S} + t_1 \quad (4.6.16)$$

式中： t_x ——计算环境温度（℃）；
 t_1 ——最低环境温度（℃）；
 K_x —— t_x 温度时链线张力（N）；
 K_1 —— t_1 温度时链线张力（N）；
 q ——跨距内单位悬吊总重量（N/m）；
 b_j ——集中悬挂点间的距离（m）；
 q_m ——链线单位长度重量（N/m）；
 L_D ——当量档距（m）；
 E ——线材料的弹性系数（N/mm²）；
 S ——线材料截面积（mm²）；
 α ——线材料线膨胀系数（℃⁻¹）。

4.6.17 链线张力与垂度关系，可按下式计算：

$$F = \frac{L_D - b_j}{8K} [2q \cdot L_D - q_m \cdot (L_D - b_j)] \quad (4.6.17)$$

式中： F ——链线垂度（m）；
 L_D ——当量档距（m）；
 K ——链线张力（N）；
 b_j ——集中悬挂点间的距离（m）；
 q ——跨距内单位悬吊总重量（N/m）；
 q_m ——链线单位长度重量（N/m）。

4.6.18 接触线张力与温度关系可按下式计算：

$$t_x = \frac{[(L_D - b_j)^3 + b_j^3] q_c^2}{24L_D \cdot \alpha} \left[\frac{1}{T_x^2} - \frac{1}{T_1^2} \right] + \frac{T_1 - T_x}{E \cdot S \cdot \alpha} + t_1 \quad (4.6.18)$$

式中： t_x ——计算环境温度（℃）；
 t_1 ——最低环境温度（℃）；
 L_D ——当量档距（m）；

b_j ——集中悬挂点间的距离 (m);
 T_x ——温度 t_x 时导线张力 (N);
 T_1 ——温度 t_1 时导线张力 (N);
 q_c ——接触线单位长度重量 (N/m);
 E ——线材料弹性系数 (N/mm²);
 α ——线材料线膨胀系数 (°C⁻¹);
 S ——线材料截面积 (mm²)。

4.6.19 接触线张力与垂度关系, 可按下列式计算:

$$f = \frac{q_c(L_D - b_j)^2}{8T} \quad (4.6.19)$$

式中: f ——导线垂度 (m);

L_D ——当量档距 (m);

b_j ——集中悬挂间点的距离 (m);

T ——导线张力 (N);

q_c ——接触线单位长度重量 (N/m)。

4.6.20 链线无负载时链线张力与温度的关系可按本规范第 4.5.1 条计算。

4.6.21 链线无负载时张力与垂度的关系可按本规范第 4.5.2 条计算。

V 链线菱形悬吊简单平均悬挂接触网计算

4.6.22 链线垂度与链线张力和温度的关系, 可按下列公式计算:

$$AF_x^3 + BF_x^2 + CF_x + D = 0 \quad (4.6.22-1)$$

其中:
$$A = \frac{(1-\varphi)^2}{\lambda_1} + \frac{\varphi^2}{L_1 - \lambda_1} \quad (4.6.22-2)$$

$$\begin{aligned}
 B = & -2[m_0 - (1-\varphi)F_0] \left(\frac{\varphi}{L_1 - \lambda_1} - \frac{1-\varphi}{\lambda_1} \right) \\
 & - \left[\varphi \lambda_1 \frac{3L_1(1-\varphi) - 2\lambda_1}{L_1 b_0 ES} \right] T_x \quad (4.6.22-3)
 \end{aligned}$$

$$C = \frac{m_0^2 - [m_0 - (1-\varphi)F_0]^2}{\lambda_1} - \frac{(F_0 - m_0)^2 - [m_0 - (1-\varphi)F_0]^2}{L_1 - \lambda_1}$$

$$\begin{aligned}
& + \frac{3L_1 K_0}{ES} [1 - (1 - \varphi)\eta_0] + 3L_1 \alpha t_2 \\
& - \left\{ \frac{\varphi \lambda_1}{E a b_0} \cdot \left[\xi - 2(1 - \varphi) + \frac{2\lambda_1}{3L_1} - \frac{L_1 b_0}{F_0 \lambda_1} \right] \right\} T_x - 3L_1 \alpha t_x
\end{aligned} \tag{4.6.22-4}$$

$$\begin{aligned}
D = & \left\{ - \frac{3L_1 [1 - (1 - \varphi)\eta_0]}{ES(1 - \xi\eta_0)} \left(qL_1^2 - q_m \frac{\lambda_1^2}{2} \right) \right\} \\
& - \left\{ \frac{3F_0^2 \varphi \lambda_1}{ES b_0} \left[(1 - \varphi) - \xi + \frac{L_1 b_0}{\lambda_1 F_0} \right] \right\} T_x
\end{aligned} \tag{4.6.22-5}$$

$$m_0 + b_0 = \xi \cdot F_0 \tag{4.6.22-6}$$

$$\varphi = \left(\frac{L_1 - \lambda_1}{L_1} \right)^2 \tag{4.6.22-7}$$

$$L_1 = \frac{L_D}{3} \tag{4.6.22-8}$$

式中： t_2 ——接触线无垂度时的温度（℃）；

t_x ——计算环境温度（℃）；

φ ——菱形的结构系数；

L_1 ——吊弦间的跨距（m）；

λ_1 ——菱形链线水平投影的长度（m），宜取 6.8m；

m_0 ——温度 t_0 时菱形结构在链线的垂度（m）；

b_0 ——菱形结构和链线的垂度（m）；

F_0 ——温度 t_0 时链线垂度（m）；

T_x ——温度 t_x 的导线张力（N）；

F_x ——温度 t_x 时链线的垂度（m）；

K_0 ——温度 t_0 时链线的张力（N）；

η_0 ——菱形线张力与链线张力之间的关系系数，宜取 0.3；

η_0 和 λ_1 的关系参考数值可按表 4.6.22 选取；

ξ ——接触线无垂度时，菱形线垂度与链线垂度的关系系数；

E ——线材料弹性系数（N/mm²）；

α ——线材料线膨胀系数（℃⁻¹）；

- S ——线材料截面积 (mm^2);
 q ——跨距内单位悬吊总重量 (N/m);
 q_m ——链线的单位长度重量 (N/m).
 L_D ——当量档距 (m).

表 4.6.22 η_0 和 λ_1 的关系值

η_0	λ_1
0.2	5.3
0.3	6.8
0.4	7.7
0.5	8.7
0.6	9.3

4.6.23 接触线张力与温度关系, 可按下列公式计算:

$$T_x - \frac{A}{T_x^2} = B \quad (4.6.23-1)$$

$$A = \frac{\left(\frac{L_D}{3}\right)^2 \cdot q_c^2 \cdot E \cdot S}{24} \quad (4.6.23-2)$$

$$B = T_1 - \frac{\left(\frac{L_D}{3}\right)^2 \cdot q_c^2 \cdot E \cdot S}{24 \cdot T_1^2} - \alpha \cdot E \cdot S(t_x - t_1) \quad (4.6.23-3)$$

式中: t_1 ——最低环境温度 ($^{\circ}\text{C}$);

t_x ——计算环境温度 ($^{\circ}\text{C}$);

T_1 —— t_1 时导线张力 (N);

T_x ——温度 t_x 时导线张力 (N);

q_c ——接触线单位长度重量 (N/m);

L_D ——当量档距 (m);

E ——线材料弹性系数 (N/mm^2);

α ——线材料线膨胀系数 ($^{\circ}\text{C}^{-1}$);

S ——线材料截面积 (mm^2).

4.6.24 接触线张力与垂度关系应按下式计算:

$$f = \frac{q_c \left(\frac{L_D}{3} \right)^2}{8T} \quad (4.6.24)$$

式中： f ——导线垂度 (m)；

L_D ——当量档距 (m)；

q_c ——接触线单位长度重量 (N/m)；

T ——导线张力 (N)。

4.6.25 链线无负载时链线张力与温度的关系可按本规范第 4.5.1 条计算。

4.6.26 链线无负载时张力与垂度的关系可按本规范第 4.5.2 条计算。

VI 直道横绷线张力计算

4.6.27 直道横绷线垂度宜按下式计算：

$$h = \frac{b}{n} \quad (4.6.27)$$

式中： h ——支承点与悬吊点之间的差 (m)；

b ——正、负触线中心与同侧电杆中心线之间的距离 (m)；

n ——横绷线斜率， n 值 6~12 之间，一般取 $n=10$ 。

4.6.28 直道横绷线张力宜采用下式计算：

$$P = q \cdot \frac{L_2 + L_3}{2} \cdot n \quad (4.6.28)$$

式中： P ——横绷线张力 (N)；

n ——横绷线斜率；

q ——跨距内单位悬吊总重量 (N/m)；

L_2 、 L_3 ——吊点前后两档跨距的长度 (m)。

VII 弯道横绷线受力计算

4.6.29 弯道接触线折反力，应按本规范第 4.5.1 条计算。

4.6.30 弯道横绷线外侧受力，应按下式计算：

$$P_1 = \frac{2Qn_2 + 2Z}{1 + \frac{n_2}{n_1}} \quad (4.6.30)$$

式中： P_1 ——外侧横绷线受力 (N)；

Q ——横绷线悬挂的接触线、复磨体和配件重量 (N)；

Z ——导线折反力 (N)；

n_1 ——弯道横绷线外侧的斜率；

n_2 ——弯道横绷线内侧的斜率。

4.6.31 弯道横绷线内侧受力，应按下式计算：

$$P_2 = \frac{2Qn_1 - 2Z}{1 + \frac{n_1}{n_2}} \quad (4.6.31)$$

式中： P_2 ——内侧横绷线受力 (N)。

4.6.32 当最高温度时，接触线折反力 Z 值最小时，弯道内侧绷线的受力 P_2 的值最大。接触线折反力 Z 值最大时，弯道内侧绷线的受力 P_2 的值最小。为使弯道内侧绷线在任何条件下都处在拉紧受力状态应满足 $P_2 \geq 300\text{N}$ 。

4.6.33 确定 n_1 与 n_2 值应符合下列规定：

1 n_1 值宜为 12~20； n_2 值宜为 6~10；

2 $\frac{n_1}{n_2}$ 的比值正常情况应采用 2~2.5 的范围内；

3 当 $\frac{n_1}{n_2}$ 在采用的范围内不能满足 $p_2 \geq 300\text{N}$ 时，可将 $\frac{n_1}{n_2}$ 比值扩大为 1.5~3.2 的范围内。

VIII 电杆受力计算

4.6.34 电杆的受力计算，应按作用于电杆的力（包括其他线路对无轨电杆的作用力）与受力点高度和受力方向，计算作用于电杆的合力方向的弯矩，电杆的合成弯矩可用视力矩作近似计算。

IX 单臂梁受力计算

4.6.35 单臂梁计算应根据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，计算危险断面的弯曲应力、受压应力、受压稳定性，其承受的负荷应在允许应力范围之内。单臂梁同电杆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。

4.7 电车供电网电压降简单计算

4.7.1 无轨电车的耗电量，在供电线电力计算时，宜采用电单车的平均电流值。

4.7.2 供电线导线的电阻，在电力计算时宜采用较高温度时的电阻值，并应符合下列规定：

1 馈线系统的总电阻，应按下式计算：

$$R_k = 2 \cdot L_k \cdot r_k \quad (4.7.2-1)$$

式中： R_k ——馈线网总电阻（ Ω ）；

L_k ——馈线网长度，正、负馈线乘以2（km）；

r_k ——馈线网单位长度电阻（ Ω/km ）。

2 接触线系统的总电阻，应按下式计算：

$$R_t = \frac{2L_t}{M \cdot \epsilon} r_t \quad (4.7.2-2)$$

式中： R_t ——接触线网总电阻（ Ω ）；

L_t ——供电区段接触线网长度（km）；

r_t ——接触线单位长度电阻（ Ω/km ）；

M ——接触线并行数目；

ϵ ——接触线平均磨损率可取值83%。

4.7.3 供电网的电压降，应分别计算馈线网平均电压降、接触网的平均电压降和接触网末端的电压降，并应符合下列规定：

1 正常运行时接触网处的平均电压降不应超过额定电压的15%；

2 接触网末端的电压降，不应超过额定电压的20%。

4.7.4 馈线网平均电压降，可按下式计算：

$$\Delta U_k = I \cdot r_k \cdot L_k \left(1 + \frac{\rho - 1}{N} \right) \quad (4.7.4)$$

式中： ΔU_k ——馈线网电压降 (V)；

I ——供电区段内总的平均电流，由区段车辆数和单车平均电流求得 (A)；

r_k ——馈线网单位长度电阻 (Ω/km)；

L_k ——馈线网长度 (km)；

N ——供电区段内车辆数；

ρ ——车辆滑行系数。

4.7.5 接触网的平均电压降，可按下式计算：

$$\Delta U_{\text{tp}} = I \cdot r_t \cdot L_t \left(1 + \frac{3\rho - 2}{2N_c} \right) \quad (4.7.5)$$

式中： ΔU_{tp} ——接触网平均电压降 (V)；

I ——供电区段内总的平均电流，由区段车辆数和单车平均电流求得 (A)；

r_t ——接触线单位长度电阻 (Ω/km)；

N_c ——供电区段内车辆数；

ρ ——车辆滑行系数；

L_t ——供电区段接触线网长度 (km)。

4.7.6 接触网的末端电压降，可按下式计算：

$$\Delta U_{\text{tm}} = \frac{3}{2} \Delta U_{\text{tp}} \quad (4.7.6)$$

式中： ΔU_{tm} ——接触网末端电压降 (V)。

5 施 工

5.1 施 工 准 备

- 5.1.1 施工前应按设计要求编制施工方案。
- 5.1.2 施工前应进行施工调查，调查项目应包括下列内容：
 - 1 施工器材的运输、装卸、存放条件和施工时的道路状况；
 - 2 供电线网沿线的桥梁、隧道、铁路及有关设施状况；
 - 3 供电线网工程与地下管网等市政设施施工配合条件和协作要求；
 - 4 土建工程或前期工程符合线网施工要求的情况。
- 5.1.3 施工技术准备应包括下列内容：
 - 1 供电线网各种安装图及有关施工技术资料；
 - 2 施工安全措施和施工组织计划。
- 5.1.4 供电线网器材供应计划应根据施工进度和设计文件的工程预算编制。
- 5.1.5 应准备下列施工机具：
 - 1 测量用仪器、仪表和量具；
 - 2 供电线网工程通用和专用机械、机具设备。

5.2 线网器材检验

- 5.2.1 无轨电车供电线网工程中采用的器材，应有合格证明并应符合国家现行标准的要求，经检验不符合标准的产品严禁采用。
- 5.2.2 无轨电车供电线网工程采用的器材、设备，有下列情况之一者，应重新检验：
 - 1 超过规定保管期限的；
 - 2 因保管、运输不善等原因造成变质损坏的；

3 对原检验结果有怀疑的。

5.2.3 钢筋混凝土电杆应有合格证。在施工前应进行检查，其质量应符合现有行业标准《城市无轨电车和有轨电车供电线网电杆》CJ/T 3 的规定。

5.2.4 金属焊接电杆应有合格证。在施工前应进行外观检查，并应符合下列规定：

1 焊缝应平缓连接，不得有夹渣、漏焊、弧坑、气孔、裂纹等缺陷，咬边深度不应大于 0.5mm；

2 应进行防腐处理，全身表面的镀层或防腐漆应均匀，不应有锈蚀点、气泡、漆皮脱落等缺陷。

5.2.5 混凝土预制构件表面不应有蜂窝、露筋、裂缝等缺陷，其强度应满足设计要求。

5.2.6 线网器材在施工前应进行外观检查，并应符合下列规定：

1 不应有松股、交叉、折叠、断裂及损伤等缺陷；

2 有色金属线不应有腐蚀现象；

3 镀锌钢绞线、镀锌铁线表面镀锌层应均匀，不应有斑点和锈蚀；

4 接触线不应有毛刺和扭曲现象，裸铜绞线不应有散股和断股现象。

5.2.7 金具、配件在施工前应进行外观检查，并应符合下列规定：

1 型号、规格、结构尺寸应符合设计规定；

2 表面应光洁，无裂纹、毛刺、飞边、砂眼、气泡等缺陷；

3 接触线夹和导线并沟线夹的主体、付夹和压板，接触的槽面应光滑平整；

4 铜和铝的过渡界面不应有气孔、夹渣、裂纹等缺陷；

5 紧固用的连接件，其表面不应有损伤、裂纹、锌皮剥落和锈蚀斑点等现象。

5.2.8 绝缘子、绝缘件在施工前应进行外观检查，并应符合下列规定：

1 瓷件与铁件应结合紧密，浇铸水泥部分不得有松动和辐

射性裂纹；

2 瓷件的瓷釉应光滑，无裂纹、缺釉、斑点、烧痕和气泡等缺陷；

3 非瓷质绝缘件表面应平滑，无缺损、裂纹，被加工的表面应浸、刷绝缘漆。

5.2.9 复磨体异形件在施工前应进行外观检查，并应符合下列规定：

1 结构尺寸和连接孔的位置应符合设计规定；

2 型材的使用立面不应出现扭斜、拧槽和硬弯。

5.2.10 分线器主体在施工前应进行组装调试和外观检查，并应符合下列规定：

1 主体组装后，各部的连接件不应松动；其导舌应固定，分动位应活动灵活，固定位滑道与分动位滑道连接不应错位，连接间隙的允许偏差为±2mm。

2 继电器与框架传动机构装配调整后，应通电试验并调整启动电流，电流强度宜为 23A~30A；传动机构应灵敏、准确、稳定和可靠。

5.2.11 馈电刀开关应进行外观检查，并应符合下列规定：

1 刀开关接触面应平整、清洁，无氧化膜；其载流部分的表面应无凹陷和锈蚀。

2 触头之间接触应紧密；其两侧的接触压力应均匀。接触压力值应符合国家现行标准的规定。

3 支柱绝缘连接应牢固可靠，表面应清洁，无裂纹、破损和残留斑点等缺陷。

5.3 电杆基础与拉线

I 挖 杆 坑

5.3.1 电杆的定位应符合下列规定：

1 测量杆位时，应在设计图确定的当量区段内，应采用沿

线内固定物位置为基准进行测量。

2 对直道杆杆位沿线路方向的位移，其允许偏差为设计档距的 7%；对弯道杆杆位沿线路方向的位移，其允许偏差为设计档距的 5%。

3 电杆中心线与路缘石边的间距，当设计未规定时，应为 0.5m~0.8m。在同一街道中的间距应一致。

4 杆位确定后，在有道路路缘石的地方应采用油漆画出标记；在无路缘石的地段应打桩作标记。

5.3.2 电杆基础槽坑应符合下列规定：

1 槽坑的长度、宽度、深度应符合设计规定，其允许偏差均为±50mm；

2 直道杆槽坑的长度方向应与道路路缘石平行；弯道杆槽坑的长度方向应与受力的合力方向垂直。

5.3.3 电杆现浇基础或卡盘基础的外缘与其他设施最小间距应符合本规范第 4.2.15 条的规定。

5.3.4 槽坑开挖前，应经杆坑附近市政设施的管理单位核准。开挖过程中，遇有不明地下设施时，应及时与设计人员联系在现场解决。

5.3.5 遇有瓦砾、淤泥、树根等应全部清除，直到出现原土、硬底，然后再回填细土至设计深度；当瓦砾、淤泥、流砂面广或过深时，应及时与设计人员协商，进行处理。

5.3.6 电杆槽坑挖好后，对未及时立杆的，应对槽坑和预制杆采取安全防护措施。

5.3.7 当电杆基础采用预制圆套管和现浇钢筋混凝土杯型孔时，应符合下列规定：

1 预制圆套管和现浇杯型孔的结构尺寸应符合设计规定；

2 套管和杯孔底面应平铺 50mm~100mm 的混凝土层。现浇杯孔上孔壁每边尺寸可加大 50mm；

3 预制圆套管和现浇杯型孔壁外的回填土，均应分层捣固夯实。

II 装运电杆

- 5.3.8 装卸电杆时，均应采用两个吊点，轻起轻落，严禁碰撞。
- 5.3.9 在运输车内堆放电杆时，应采用支垫物将电杆隔开。
- 5.3.10 沿线路散放电杆时，电杆应放置在杆坑附近的地面坚实平坦处，并应支垫防止滚动的楔状垫物。

III 立杆

- 5.3.11 立杆时的槽坑应符合下列规定：
 - 1 槽坑内不得有积水、杂物和浮土，底面应平整、坚实；
 - 2 槽坑布置及尺寸应符合本规范第 5.3.2 条的规定。
- 5.3.12 电车电杆与路灯电线杆合杆时，对有路灯线孔的电杆，宜将路灯线孔与道路路缘石平行放置。
- 5.3.13 现浇基础及回填土应符合下列规定：
 - 1 基础结构尺寸和混凝土强度等级应符合设计规定，当设计未规定时，混凝土强度等级不得低于 C20。基础结构尺寸施工允许偏差应为±50mm。
 - 2 浇筑基础中的预埋件应焊接牢固。安装前应除去浮锈，并应将螺纹部分进行保护。
 - 3 浇筑时应将预埋件校正，并加以临时固定，在浇筑中应随时检查其位置。
 - 4 现场浇筑混凝土时，宜采用机械搅拌、机械捣固，应分层捣固；基础面应水平。
 - 5 现场浇筑基础混凝土应在浇筑后 12h 内开始浇水养护；当天气炎热、干燥有风时，应在 3h 内开始浇水养护；当日平均气温低于 5℃时不得浇水养护；混凝土浇水养护时间，对普通硅酸盐和矿渣硅酸盐水泥拌制的混凝土不得少于 5 昼夜；当使用其他品种水泥其养护日期应符合现行国家标准《混凝土结构工程施工质量验收规范》GB 50204 和《混凝土结构工程施工规范》GB 50666 的规定。

6 回填土时，土块应打碎；每回填 300mm 应夯实一次，并应在电杆周围均匀夯实。

7 在回填土后的电杆位置处，应恢复路面原状。

5.3.14 杯型孔基础应符合下列规定：

1 电杆入杯型孔并校正后，应在杯孔内回填粗砂，每次回填厚度宜为 400mm，应采用钢钎捣实；

2 在杯型孔的上口处，应采用混凝土封口，其厚度宜为 50mm~100mm，混凝土上表面应与路面在同一个水平面。

5.3.15 在建筑物上制作的承力孔，其孔眼位置、尺寸及工艺要求应符合设计规定，其允许偏差均应为±30mm。

5.3.16 安装电杆应符合下列规定：

1 直道电杆横向位移的允许偏差应为±50mm。

2 仅用于馈线的直道电杆，应与地面垂直。

3 用于短单臂的直道电杆和道路宽 18m 以内的直道横棚线电杆在立杆时，可向受力反方向倾斜，倾斜率不宜大于 8‰；承载后，不应向受力侧倾斜。

4 用于长单臂和弯道线的电杆，可向受力的反方向倾斜，倾斜率不宜大于 15‰；承载后不应向受力侧倾斜。

5 终端、转角处以及使用拉线的电杆，可向受力的反方向倾斜，倾斜率不宜大于 18‰；承载后，不应向受力侧倾斜。

5.3.17 安装门型电杆应符合下列规定：

1 门型电杆横向位移允许偏差应为 50mm；

2 门型电杆中心距允许偏差应为±30mm；

3 门型电杆顶端允许高差应为 100mm。

IV 拉 线

5.3.18 拉线地锚的埋设应符合下列规定：

1 拉线地锚的规格和埋设深度应符合设计规定；

2 地锚板的埋设应与拉线垂直，地锚拉线棍与拉线应成直线；

3 地锚拉线棍应进行防腐处理，连接处应采用双螺母，其引出地面的长度应为 500mm~700mm；

4 回填土应符合本规范第 5.3.13 条的规定。

5.3.19 拉线桩杆的埋设，应符合下列规定：

1 拉线桩杆埋设深度不应小于杆长的 1/6，且深度不应小于 1m；

2 拉线桩坑的坑底应铺混凝土垫层，其厚度应为 50mm，当拉线桩杆不设坠线时，应增设混凝土基础；

3 拉线桩杆应向受力的反方向倾斜，倾斜角度宜为 20° ~ 25° ；

4 拉线桩杆与坠线之间的夹角不应小于 30° ；

5 拉线桩坠线的上端固定点与拉线桩杆顶端的距离不应小于 250mm，其距地面高度不应小于 4.5m。

5.3.20 落地拉线应符合下列规定：

1 拉线与电杆之间的夹角应为 30° ~ 45° ；

2 拉线应与电杆受力方向在同一铅垂面上；

3 拉线与电杆的固定点与受力点的距离不应大于 300mm，拉线两端连接点应装置索具套环。

5.3.21 拉线端部的固定应符合下列规定：

1 采用 UT 型线夹和楔形线夹固定时，应符合下列规定：

1) 安装前，螺纹上应涂润滑剂；

2) 线夹的舌板与拉线接触应紧密，受力后应无滑动现象，线夹的凸肚应在尾线侧，安装时不得损伤拉线；

3) 拉线弯曲部分不应有明显松股，拉线断头处与拉线主线应可靠固定（用镀锌铁丝扎牢），线夹尾线宜露出 300mm~500mm，尾线回头后与本线应扎牢；

4) 同组拉线使用两个线夹时，其尾线端的方向应统一；

5) UT 型线夹的螺杆应露扣，露扣长度应为螺杆长度的 1/2，UT 型线夹的螺母应并紧。

2 采用绑扎法固定时，拉线两端应设置心形环；绑线应采用镀

锌铁线，其直径应采用 2.6mm (12[#]) 或 3.2mm (10[#])；绑扎应整齐紧密，缠绕的长度第一段不应小于 300mm，而后加过渡长 100mm 后再缠第二段，其长度不应小于 150mm (图 5.3.21)。

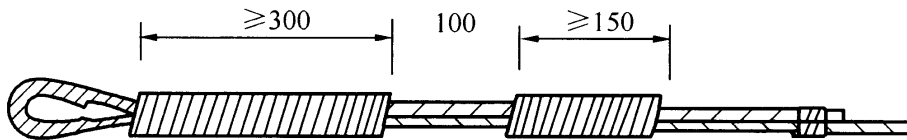


图 5.3.21 绑扎法 (单位: mm)

3 采用预绞丝固定时，预绞丝与钢绞线应配套使用，预绞丝与钢绞线接触紧密，应符合现行国家标准《电力金具名词术语》GB/T 5075 预绞丝中的规定。

5.3.22 拉线的上段应装设拉紧绝缘子；绝缘子应置于导线的外侧。拉线穿越导线时，两侧均应装设绝缘子。绝缘子距地面的高度不应小于 2.5m。

5.3.23 在同根电杆上装设多条拉线时，其各条拉线的受力应均匀。

5.3.24 拉线和坠线露出地面的部分，应安装长度不宜小于 2.0 的护管，并应涂红白相间颜色。

5.3.25 终端杆、折角杆的拉线应在线路受力前装好。

5.3.26 顶（撑）杆的安装，应符合下列规定：

- 1 顶杆底部埋深不宜小于 0.5m，且应设有防沉措施；
- 2 与主杆之间夹角应满足设计要求，允许偏差应为 $\pm 5^\circ$ ；
- 3 与主杆连接应紧密、牢固。

5.3.27 跨越道路的拉线，应满足设计要求，对通车路面距道路中心垂直距离不应小于 6.0m，距路边缘的垂直距离不应小于 5.0m。

5.4 接触网支撑结构安装

I 一般规定

5.4.1 接触网支撑结构采用的线材、配件、绝缘件应符合设计

规定。

5.4.2 接触网系统内拉线的箍高，在施工测量和安装时，应符合下列规定：

1 应根据设计给定的线位和拉线箍的高度，施工时量取拉线箍的高度；

2 在同根电杆上，当拉线箍的高差在 150mm 以内时，可并箍。合并时，分力绷线向主横绷线箍合并；

3 绷线箍与电杆顶端的距离不得小于 300mm；

4 箍高的安装允许偏差应为 $\pm 30\text{mm}$ 。

5.4.3 绷线、链线、索线、锚线端头的固定应符合下列规定：

1 采用钢绞线卡子固定时，每处不应少于两个绞线卡子，其间距不应小于 120mm，且正反交错安装紧固。线卡外侧的绞线长度宜为 100mm~200mm（图 5.4.3）。尾部应采用直径为 1.6mm 的镀锌铁线与主绞线绑扎 10 圈~20 圈（图 5.4.3）；

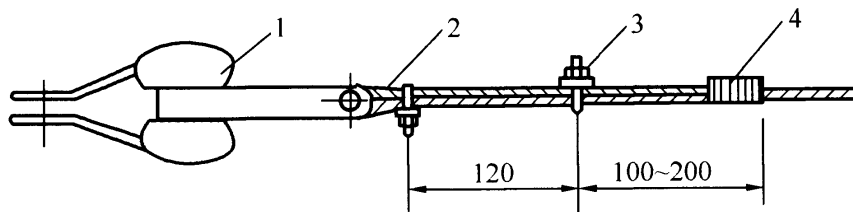


图 5.4.3 线卡子安装位置（单位：mm）

1—拉紧绝缘子；2—索具套环；3—线卡子；4—镀锌铁线

2 采用预绞丝固定时，预绞丝与钢绞线应配套使用，预绞丝与钢绞线接触紧密，应符合现行国家标准中有关预绞丝的规定。

5.4.4 接触网横绷线和链线的端头与电杆或支撑结构连接时，应安装拉紧绝缘子。

5.4.5 接触网横绷线和链线的拉紧张力应符合设计规定。施工允许偏差应为设计张力的 $\pm 5\%$ 。

5.4.6 接触网的横绷线和分力绷线跨越接触线的高度不应小于 300mm。

II 横 绷 线 安 装

5.4.7 Y型、双Y型横绷线安装应符合下列规定：

1 绷线和接触线的位置，应现场测量放样在地面上，进行综合校对符合设计规定后，用油漆或桩钉作出标记，并用铅垂线测定空间线位；

2 直道接触线的中心线与路缘石的距离允许偏差均应为 $\pm 100\text{mm}$ ；

3 弯道接触线的中心折点位置与路缘石边或道路边的距离及其允许偏差均应为 $\pm 200\text{mm}$ 。

5.4.8 分力钢圈与正、负接触线中心的距离 L 宜为 $2.0\text{m} \sim 2.5\text{m}$ ，在同一弯道内采用的距离应一致（图 5.4.8）。

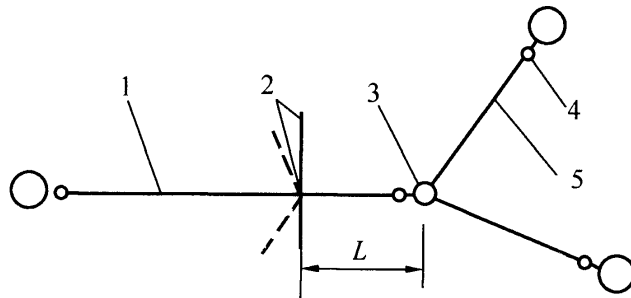


图 5.4.8 分力钢圈位置

1—主横绷线；2—正、负接触线中心线；3—分力钢圈；
4—拉紧绝缘子；5—分力绷线

5.4.9 分力绷线不宜作为悬挂接触线的横绷线使用。

5.4.10 软档横绷线仅应用于弯道接触线的外侧（图 5.4.10-1、图 5.4.10-2）。

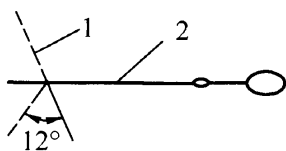


图 5.4.10-1 软档横绷线图

1—接触线；2—软档横绷线

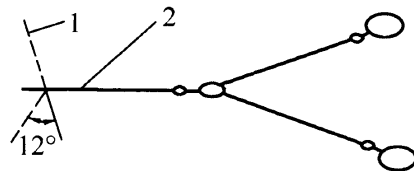


图 5.4.10-2 Y型软档横绷线

1—接触线；2—Y型软档横绷线

5.4.11 软档横绷线的安装应符合下列规定：

- 1 软档横绷线的折反角补角不宜小于 12° ；
- 2 软档横绷线不宜连续使用；
- 3 软档横绷线的安装应与施放接触线拉紧作业同时进行。

Ⅲ 单臂梁安装

5.4.12 在电杆上和单臂系统紧固用的螺栓、销钉的安装方位应符合下列规定：

1 双侧单臂，应以各侧电车前进方向为基准确定方位，单侧长单臂挂上下行接触线，应以电杆所在侧电车前进方向为基准确定方位；

2 平行于电车前进方向的被紧固面，螺栓应由左向右穿，垂直时螺栓应向前进方向穿；

3 被紧固面为水平面时，螺栓应由下向上穿；

4 水平面上的销钉应由上向下穿，底侧应有配套的平垫圈和开口销；

5 其他位置使用的销钉所穿的方向应与所在位置螺栓穿的方向相同，并装置配套的垫圈和开口销。

5.4.13 悬挂单臂的拉条在穿越其他低压电力线时，其间距不宜小于 150mm；当未达到标准时应采取有效绝缘措施。

5.4.14 单臂的端部应封焊，或装设堵头，其安装应牢固。

5.4.15 安装单臂应有其长度 $1.5\% \sim 2\%$ 的翘起，并应采用水平尺测量。

5.4.16 单臂的长度应根据设计确定的接触线位置、立杆位置和采用的线网形式及配件尺寸确定，允许偏差为 $\pm 50\text{mm}$ 。

5.4.17 单臂的安装方位应与路缘石垂直。

Ⅳ 链线安装

5.4.18 施放链线应符合下列规定：

- 1 放线前，应根据道路、交通状况选择放线过程中的临时

锚线处和中途紧线点，并应装置临时锚线；

- 2 放线时，应有专人监护；
- 3 架线车工作人员应及时将链线临时悬挂在单臂或横绷线；
- 4 放线时在长度每 500m 宜收线一次，当遇繁华的交通路口时，应在路口前后作临时拉紧，并作临时锚线。

5.4.19 当施放链线遇有下列情况之一时，应及时更换链线：

- 1 镀锌钢绞线表面镀锌局部有严重斑点或锈蚀；
- 2 有松股、交叉、折叠、断裂及损伤等缺陷。

5.4.20 直道链线的开档应与接触线开档一致，链线卡箍应安装在拉条卡箍两侧，其与拉条卡箍的距离应符合设计规定，允许偏差为 $\pm 25\text{mm}$ 。

5.4.21 链线的锚线安装应符合下列规定：

- 1 链线始端、终端和中间锚固的位置应符合设计规定；
- 2 锚线的斜率宜为 $8\text{‰}\sim 12\text{‰}$ ；
- 3 被锚的链线始端、终端在单臂或横绷线的两侧均应装置螺旋索扣；
- 4 两根锚线的松紧应一致。

5.4.22 链线的安装与拉紧应符合下列规定：

- 1 链线的断开处和连续处的位置应符合设计规定；
- 2 链线的断开处和连续处与单臂或横绷线之间的连接应安装拉紧绝缘子；
- 3 链线系统拉紧时，应按设计规定的平均悬挂、集中悬挂、菱形悬挂时的无荷载安装曲线施工；
- 4 正、负链线的松紧应一致，其允许高差为 20mm；
- 5 直道处，链线应成直线，当出现折角时应调直。当道路出现折角时，链线应断开；
- 6 弯道处，链线应逐档断开，并应将螺旋索扣装在行车方向所遇单臂梁或横绷线的背侧。

5.4.23 圈链线安装应符合下列规定：

- 1 分力钢圈的位置和圈线箍的高度应符合设计规定；

- 2 正、负圈链线的间距与正常链线间距应相同；
- 3 圈链线不应代替单臂的锚线和链线的锚线。

5.5 接触网悬吊结构安装

I 一般规定

- 5.5.1 直线正、负接触线悬吊点之间应采用双重绝缘。
- 5.5.2 接触线和导电组件与电杆或其他支撑结构之间应采用双重绝缘。
- 5.5.3 接触线间距应符合下列规定：
 - 1 直线正、负接触线悬吊点的间距应符合设计规定，允许偏差为 $\pm 20\text{mm}$ ；
 - 2 弯线正、负接触线悬吊点的间距应符合设计规定，允许偏差为 $\pm 50\text{mm}$ ；
 - 3 直线与弯线过渡段接触线间距可在设计规定范围内逐步调整；
 - 4 直线相邻两对接触线悬吊处中心线的间距应符合设计规定，施工允许偏差为 $\pm 20\text{mm}$ ；
 - 5 弯线相邻两对接触线悬吊点处中心线的间距应符合设计规定，施工允许偏差为 $\pm 50\text{mm}$ 。
- 5.5.4 接触线悬吊点处，接触线和复磨体底面距地面的高度应符合下列规定：
 - 1 直线地段，距地面高度应符合设计规定，允许偏差为 $\begin{matrix} +50\text{mm} \\ -200\text{mm} \end{matrix}$ ；
 - 2 直线地段前后悬吊点的高差应小于 5% ；
 - 3 直线、弯线的正、负接触线悬吊点的高差应小于 30mm ；
 - 4 路口弯线及分线器、并线器、交叉器的悬吊点，距地面高度应符合设计规定，允许偏差为 $\begin{matrix} +50\text{mm} \\ -200\text{mm} \end{matrix}$ ；
 - 5 捕捉器滑道距地面高度应符合设计规定，允许偏差为 $\begin{matrix} +50\text{mm} \\ -200\text{mm} \end{matrix}$ ；

6 保养场内接触网的距地面高度应符合设计规定，允许偏差为 $\begin{matrix} +50\text{mm} \\ -200\text{mm} \end{matrix}$ ；

7 路口弯线地段，前后悬吊点的坡度应小于 8‰。

5.5.5 悬吊结构紧固件的安装方位应以行车方向为基准，并应符合下列规定：

1 在正链线、正接触线的螺栓、销钉应由右向左穿；平帽螺丝应由左向右穿；

2 在负链线、负接触线的螺栓、销钉应由左向右穿；平帽螺丝应由右向左穿；

3 销钉均应装置配套的垫圈和开口销。

5.5.6 接触线、线槽夹板应垂直地面。正、负接触线的夹板、紧固件安装的方位应符合本规范第 5.5.5 条的规定。

II 悬吊安装

5.5.7 装甲绝缘子的安装应符合下列规定：

1 装甲绝缘子的安装位置应符合设计规定；

2 装甲绝缘子在横绷线或单臂支撑上安装时，其紧固件安装的方位应符合本规范第 5.4.12 条的规定。

5.5.8 蝙蝠铁、桥形铁、直拉板的安装应符合下列规定：

1 应按图纸测定位置；

2 根据测定位置和安装组件的尺寸，在横绷线上断开安装，允许偏差为 $\pm 50\text{mm}$ ；

3 各连接处的紧固件安装方位应符合本规范第 5.4.12 条的规定。

5.5.9 链线绝缘悬吊安装应符合下列规定：

1 链线绝缘悬吊的位置应分别符合设计要求，其允许偏差为 $\pm 1.0\text{m}$ 。不得用平均悬吊与集中悬吊插档互调；

2 当链线绝缘悬吊采用滑杆时，应悬吊在滑杆中间；

3 当接触线发生位移时，绝缘悬吊可在滑杆上移动，但在同一区段内移动的方向应一致，最大移动量应为滑杆长度的

1/2;

4 滑杆与接触线在水平面的投影应为同一直线；绝缘悬吊不得倾斜。

5.5.10 斜摆式悬吊安装应符合下列规定：

- 1 斜摆接触线安装应按设计规定的张力、温度曲线进行；
- 2 四边形镀锌铁线使用前应进行拉伸；
- 3 四边形下端应安置绝缘球，绝缘球与下悬臂的距离不应大于 150mm，端头固定可采用锁头铁管，也可采用自缠圈固定；
- 4 四边形上下悬臂应在同一投影面上，并应垂直接触线、允许偏差角为 $\pm 5^\circ$ ；
- 5 严禁采用扭曲四边形边长线的方法调整接触线夹板。

III 接触线架设

5.5.11 施放接触线应符合下列规定：

- 1 放线前，应根据道路和交通状况选择放线过程中的临时锚线处和中途紧线点，并装置临时锚线；
- 2 放线时，应有专人监护，防止接触线在地面上摩擦被刮伤或轧伤；
- 3 架线车上工作人员应及时将接触线临时悬挂在横绷线或单臂、链线上；
- 4 一次放线长度宜为 400m，当遇有繁华的交通路口时，应在路口前后做临时拉紧，并做临时锚线。

5.5.12 接触线遇有下列情况之一的应剪掉：

- 1 局部有严重扭伤、刮伤和折叠痕迹；
- 2 有明显的搭接痕迹、裂纹，或其他断裂现象。

5.5.13 接触线拉紧应符合下列规定：

- 1 接触线拉紧时的张力应符合设计规定，其偏差不应大于 5%；
- 2 正、负接触线的松紧应一致；
- 3 接触线应顺正、平直，不得有硬弯、扭槽、转花等缺陷。

5.5.14 接线梗的安装应符合下列规定：

- 1 两侧接触线对接位置应在接线梗的中间，其允许偏差为±3mm；
- 2 接线梗承载后，接触线对口处应平滑，其允许最大间隙为3mm；
- 3 接线梗整体应与地面垂直。

IV 复磨体安装

5.5.15 复磨体连接时，其间隙不应大于3mm。

5.5.16 引线夹板安装应符合下列规定：

- 1 引线夹板，与悬吊点的距离不宜小于1.5m；
- 2 接触线进入引线夹板处的顶丝应牢固，不得松动退扣；
- 3 引线夹板应正直并应垂直地面，正、负引线夹板应对齐。

5.5.17 椭圆管安装应符合下列规定：

- 1 椭圆管在接触线悬吊点的间距应为0.6m~1.0m；
- 2 椭圆管在弯道上的圆弧半径不得小于1.6m，圆弧不应出现硬弯；
- 3 在弯道上的圆弧与接触线的切点处应设悬吊点，当偏离接触线时，应分别采用不同长度的直角板悬吊固定；
- 4 椭圆管接头应置于直线段上；
- 5 当正、负接触线悬吊椭圆管时，紧固件安装的方位，应符合本规范第5.5.5条的规定；
- 6 椭圆管调整后，应垂直地面，不得左右倾斜。

5.5.18 钢排安装应符合下列规定：

- 1 钢排在接触线悬吊点的间距应为0.5m~1.0m；
- 2 钢排在弯道上的圆弧半径不得小于1.6m，圆弧不应出现硬弯；
- 3 钢排在弯道上的圆弧与接触线的切点处应设悬吊点。当偏离接触线时，应采用蝙蝠支撑；
- 4 钢排的接头应置于直线段上；

5 钢排安装的其他要求与安装椭圆管的规定相同。

5.5.19 弹簧钢、槽形线及其他复磨体的安装要求应符合本规范第 5.5.17 条和第 5.5.18 条的规定。

V 接触线锚线安装

5.5.20 接触线锚线安装的位置应符合设计要求。

5.5.21 在单臂上或链线上，安装接触线锚线应符合下列规定：

- 1 承担接触线锚线的单臂或链线均应有牢固的锚定装置；
- 2 接触线锚线在单臂上或链线安装时采用的组件、线材应符合设计要求；
- 3 锚线夹板与接触线的接触应紧密、牢固；其安装应平顺并应垂直地面；
- 4 正、负接触线锚线的夹板高差不应大于 50mm。

5.5.22 接触线锚线安装应符合下列规定：

- 1 承担接触线锚线的横绷线，应有牢固的锚定装置；
- 2 接触线锚线在横绷线安装时采用的组件和线材应符合设计要求；
- 3 锚线夹板与接触线的接触应紧密、牢固，其安装应平顺，并应垂直地面；
- 4 正、负接触线锚线的夹板高差不应大于 50mm；
- 5 斜摆式接触线锚线，宜安装在接触线无曲折角的位置。

5.6 枢纽设备安装

I 一般规定

5.6.1 分线器、并线器、交叉器组及相应的复磨体距地面高度应符合本规范第 5.5.4 条第 4 款的规定；捕捉器滑道距地面高度应符合本规范第 5.5.4 条第 5 款的规定；当在保养场内安装时，距地面高度应符合本规范第 5.5.4 条第 6 款的规定。

5.6.2 分线器、并线器在横绷线悬吊时，横绷线应垂直分线器、

并线器的直行线。当横绷线为 Y 型线时，分线器或并线器应装在主横绷线侧（图 5.6.2）。

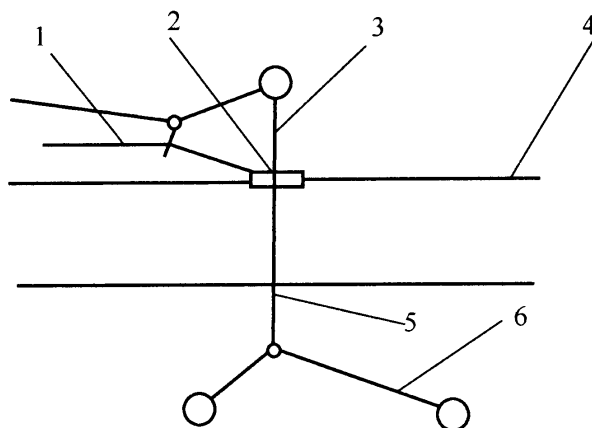


图 5.6.2 Y 型横绷线在线安装分线（并线）器位置
1—分线接触线；2—分线器；3—主横绷线侧；4—直行接触线；
5—分力横绷线侧；6—分力横绷线

5.6.3 分线器、并线器接触线的甩头锚线应锚在分线器、并线器接触线的延长线方向。当延长线方向不正对电杆时，分线接触线甩头锚线可有曲折角，但其角度不宜大于 15° 。

5.6.4 分线器、并线器、交叉器的位置，应根据接触网平面设计和安装图尺寸，在现场实际放样、定位，并按本规范第 5.4.7 条第 1 款的规定测定空间位置。

5.6.5 分线器、并线器、交叉器的正、负接触线交叉部位应进行包扎绝缘，其包扎绝缘的电阻值，晴天时不应小于 $1\text{M}\Omega$ ；阴雨天时不应小于 $0.2\text{M}\Omega$ （图 5.6.5）。

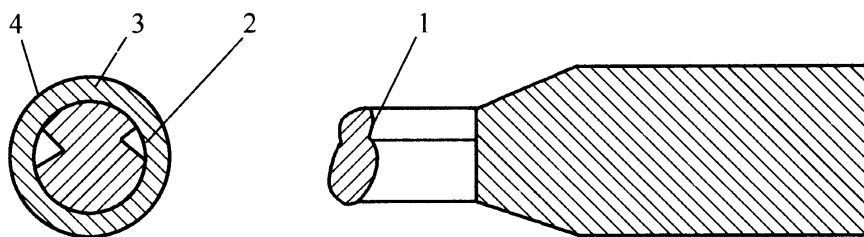


图 5.6.5 接触线包扎绝缘
1—接触线；2—绝缘带；3—绝缘管；4—绝缘带

5.6.6 分线器、并线器、交叉器组、分段绝缘器和复磨体配件的安装应无硬弯、歪扭和倾斜。

5.6.7 正、负分线器，正、负并线器和交叉器复磨体的底面应在同一平面上，其高差不应大于 50mm。

II 分线器安装

5.6.8 分线器组整体安装应符合下列规定：

- 1 分线器正、负小电门的安装位置应对称；
- 2 分线器传动机构应动作灵活，准确可靠，安装牢固；
- 3 继电器应采取防雨和防雪措施。

III 并线器安装

5.6.9 并线器组在运营线路上安装时，弯道线交叉器滑道宜带电；在保养场内连续安装并线器组时，其直道线交叉器滑道宜带电。

5.6.10 Y型并线器组安装时，应将通过车数多且路面条件差的滑道确定为带电。

IV 交叉器安装

5.6.11 交叉器组四个方向上的交叉器角度定位线，与交叉器的距离不宜大于 5.0m，定位线宜采用硬性悬吊。

5.6.12 交叉器组宜装配成一个行车方向带电，另一个行车方向无电并滑行通过的线网方式。

5.6.13 当交叉器组的接触线交叉时，带电交叉器和复磨体方向的接触线应在下层；滑行方向的接触线应在上层，并应进行绝缘处理，其长度应超出交叉器两端，与绝缘滑行木外端对齐，绝缘包扎要求应符合本规范第 5.6.5 条的规定。

5.6.14 当交叉器组接触线交叉时，带电交叉器方向的接触线与交叉器的支撑连接应采用导电连接；滑行方向的接触线与交叉器的支撑连接应采用绝缘连接。

5.6.15 交叉器组的悬吊装置应符合下列规定：

- 1 悬吊装置的横绷线与交叉器的垂直距离不应小于 500mm；
- 2 悬吊装置的绝缘应采用双重绝缘；
- 3 悬吊装置在交叉器组的吊点应对称，上下对正，长度一致，不得倾斜。

5.6.16 不同角度的交叉器组应根据不同角度交叉器的配件尺寸进行安装，配套组件不得代用。

5.6.17 相邻两交叉器组的高差应小于两交叉器组中心距离的 10‰。

V 分段绝缘器安装

5.6.18 分段绝缘器应安装在接触线位于直线的地段内，或两悬吊点间直线的范围内。

5.6.19 分段绝缘器的悬吊装置应采用双重绝缘。

5.6.20 分段绝缘器的正、负悬吊点的间距应符合本规范第 5.5.3 条的规定。复磨体底面距地面的高度，应符合本规范第 5.5.4 条的规定。

5.6.21 分段绝缘器整体安装应符合下列规定：

- 1 分段绝缘器整体复磨体配件的安装应符合本规范第 5.6.6 条的规定。
- 2 正、负接触线分段绝缘器安装在同一位置时，两个绝缘滑行木应对齐；两个分段绝缘器的高差应小于 30mm；
- 3 上下行接触线在同一区段的分段绝缘器，其错开的距离不宜大于 70m。

VI 捕捉器安装

5.6.22 捕捉器的安装应符合设计要求。

5.6.23 单臂梁应与地面平行，与道路缘石垂直。

5.6.24 捕捉器处的接触线与滑磨体连接应自然顺直，不得歪斜。

5.6.25 捕捉器组应与地面平行。

5.6.26 捕捉器滑道部分对地面距离应符合本规范第 5.5.4 条第 5 款的规定。

5.7 保养场、回车场和桥梁、涵洞接触网架设

I 保养场和保养车间内的接触网

5.7.1 场内接触线悬吊点间距和接触线与复磨体距地面的高度应符合本规范第 4.4 节的规定。

5.7.2 场内接触网架设应符合本规范接触线网架设的规定。

5.7.3 车间内接触线悬吊点，距地面的高度应符合设计规定。

5.7.4 车间内的接触线应采用硬性悬吊，档距不宜大于 25m。

5.7.5 车间内正、负接触线悬吊点间的绝缘不应小于双重绝缘。

5.7.6 车间内悬吊接触线的支撑物应使用车间内的与建筑主筋相连的结构预留构件。

5.7.7 车间内地沟上方的接触线中心线，应偏离地沟中心线。

II 回车场接触网

5.7.8 回车场接触线的悬吊宜采用硬性悬吊。

5.7.9 回车场的接触线高度应根据回车场的位置确定，当回车场处于运营线网末端，成为独立的回车场时，接触线及复磨体悬吊点底面距地面的高度应符合本规范第 5.5.4 第 6 款的规定；当回车场处在运营线网上时，其高度应符合本规范第 5.5.4 第 4 款的规定。

III 桥梁、涵洞接触网

5.7.10 无轨电车线路与铁路线平交时（不包括电气铁路），接触线的最低点与轨道顶面的垂直距离不应小于 5.5m。

5.7.11 跨越铁路线路口的接触线悬吊，其档距不宜大于 25m。跨越铁路线路口两端的链线和接触线均应安装锚线。

5.7.12 接触线通过桥梁下（包括人行过街桥）和涵洞时，接触

线及复磨体悬吊处底面距地面的高度应符合设计规定，允许偏差为 $\begin{matrix} +50\text{mm} \\ -150\text{mm} \end{matrix}$ 。

5.7.13 桥梁下面和涵洞内的接触线宜采用硬性悬吊，悬吊档距不宜大于 25m。

5.7.14 在道路引坡和涵洞的两端安装的链线和接触线，均应安装锚线。

5.8 架空馈线

I 架空馈线走向与位置

5.8.1 架空馈线之间的间距应符合设计要求。

5.8.2 架空馈线支撑点距地面的高度应符合设计要求。

5.8.3 架空馈线与其他设施的最小间距应符合本规范第 4.2.21 条的规定。

5.8.4 当馈线过街时，其与主干街道的交叉角度不得小于 45° 。

5.8.5 馈线的正、负线在横担上的排列位置应符合下列规定：

1 正线应在车道侧；当无车道和人行道时，应在送电方向的左侧。

2 负线应在人行道侧；当无车道和人行道时，应在送电方向的右侧。

5.8.6 短距离的分区馈线应安装在横担的外侧；中长距离的馈线应安装在横担的中间；长距离的馈线应安装在横担的内侧（图 5.8.6）。

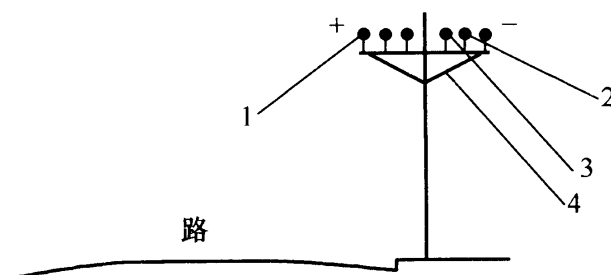


图 5.8.6 馈线排列分区位置

1—短距离馈线；2—中长距离馈线；3—长距离馈线；4—支梁

II 馈线支撑结构安装

5.8.7 电杆上的横担应安装在受电侧；转角杆、终端杆的横担均应安装在受力的反方向侧（图 5.8.7）。

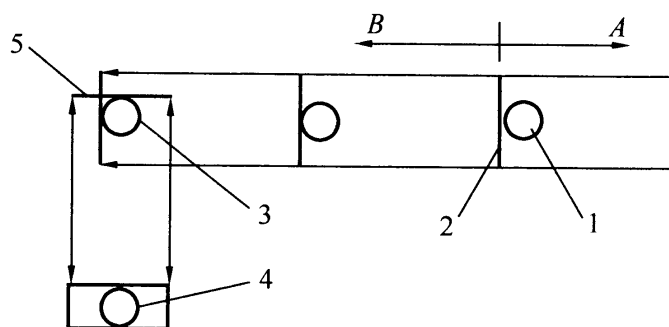


图 5.8.7 横担的安装方位

A—供电侧；B—受电侧

1—直线杆；2—横担位置，3—转角杆；4—终端杆；5—转角杆横担位置

5.8.8 跨越接触线的横担距地面高度不应小于 9.0m，横担梁与杆顶的距离不得小于 300mm。

5.8.9 四条及以上馈线用的横担应安装支梁。

5.8.10 终端横担应使用双横担，或加强横担。

5.8.11 同杆架设其他交叉线路的横担时，横担间的最小距离，应符合本规范第 4.2.22 条的规定。

5.8.12 螺栓连接应符合下列规定：

- 1 螺栓应与构件面垂直，螺头内平面与构件间不应有间隙；
- 2 有椭圆孔的地方，应装置垫圈，每端垫圈不应超过 2 个；
- 3 螺母紧好后，螺杆螺纹露出的长度，单螺母时，不应小于一个螺母的厚度，双螺母时，不应小于半个螺母厚度。

5.8.13 螺栓的穿入方向应符合下列规定：

- 1 对立体结构的水平方向由内向外穿；垂直方向由下向上穿。
- 2 对平面结构的顺线路方向，双面构件由内向外穿；单面构件由送电侧向受电侧穿。过街线路方向，由道路侧向人行道侧

穿；垂直方向，由下向上穿。

5.8.14 横担的安装应符合下列规定：

- 1 横担应与馈线垂直；
- 2 折角杆处的横担应与分角线方向相同；
- 3 横担应平正，端部上下倾斜不应大于 30mm，前后倾斜不应大于 30mm。

5.8.15 馈线绝缘子的安装应符合下列规定：

- 1 馈线对地可为单级绝缘；
- 2 采用针式绝缘子时，上口应与馈线方向平行，装好后，应垂直横担；
- 3 采用蝶式绝缘子时，瓷瓶孔内应装置绝缘套管，装好后，穿钉应垂直上下横担；
- 4 导线终端应采用悬式绝缘子；
- 5 绝缘子安装应牢固，连接可靠。安装时清除表面灰垢、附着物及不应有的涂料。

III 施 放 馈 线

5.8.16 放线应符合下列规定：

- 1 根据馈线走向，应选择适当长度的线盘；
- 2 电杆上应装置放线滑车；
- 3 馈线在展放过程中，对已展放的馈线应进行外观检查，对于制造厂在线上设有的损伤或断头标志的地方，应查明情况妥善处理；
- 4 架设绝缘线宜在干燥天气进行，气温应符合绝缘线制造厂的规定；
- 5 绝缘线端部应有密封措施，绝缘层紧密挤包，表面平整圆滑，色泽均匀，无尖角、颗粒，无烧焦痕迹，导线紧压，无腐蚀；
- 6 展放绝缘线中不应损伤导线的绝缘层；
- 7 放线时应派有经验的人员看守线盘，检查导线；

8 应设置专人监护导线，严禁磨伤、刮伤、断股、扭曲、轧伤等现象。

5.8.17 不同金属、不同规格、不同绞向的导线严禁在档距内连接；当需连接时，应通过耐张电杆进行。

5.8.18 在同一档距内，同一根导线上仅可有一个接头，而接头的端部与导线在横担上固定点的距离应大于 0.5m；当有防震装置时，应在防震装置以外。

5.8.19 当馈线在同一处损伤，同时符合下列情况时，应将损伤处棱角与毛刺用 0 号砂纸磨光，可不作补修：

1 馈线单股损伤深度小于直径的 1/2；

2 钢芯铝绞线、钢芯铝合金绞线损伤截面积小于导电部分截面积的 5%，且强度损失小于 4%；

3 单金属绞线损伤截面积小于 4%。

5.8.20 当馈线在同一处损伤需进行修补时，应符合下列规定：

1 损伤修补处理要求应符合表 5.8.20 的规定。

表 5.8.20 损伤修补处理要求

馈线类别	损伤情况	处理方法
铝绞线	馈线在同一处损伤程度已经超过第 5.8.19 条规定，但因损伤导致强度损失不超过抗拉强度的 5% 时	以缠绕或修补预绞丝修理
铝合金绞线	馈线在同一处损伤程度损失超过抗拉强度的 5% 时，但不超过 17% 时	以补修管补修
钢芯铝绞线	馈线在同一处损伤程度已经超过第 5.8.19 条规定，但因损伤导致强度损失不超过抗拉强度的 5% 时，且截面积损伤又不超过导电部分总截面积的 7% 时	以缠绕或修补预绞丝修理
钢芯铝合金绞线	馈线在同一处损伤程度损失超过抗拉强度的 5%，但不超过 17% 时，且截面积损伤又不超过导电部分总截面积的 25% 时	以补修管补修

- 2 采用缠绕处理时，应符合下列规定：
 - 1) 伤处的线股应处理平整；
 - 2) 应选与馈线同金属的单股线为缠绕材料，其直径不应小于 2mm；
 - 3) 缠绕中心应位于损伤最严重处，缠绕应紧密，受损伤部分应全部覆盖，其长度不应小于 100mm。
 - 3 采用补修预绞丝补修时，应符合下列规定：
 - 1) 伤处的线股应处理平整；
 - 2) 补修预绞丝长度不应小于 3 个节距，或应符合现行国家标准有关预绞丝中的规定；
 - 3) 补修预绞丝的中心应位于损伤最严重处，且与馈线接触紧密，损伤处应全部覆盖。
 - 4 当采用补修管补修时，应符合下列规定：
 - 1) 损伤处的线股先恢复原绞制状态；
 - 2) 补修管的中心应位于损伤最严重处，需补修的范围应位于管内各 20mm 处；
 - 3) 当采用液压施工时应符合有关标准的规定。
 - 5 导线连接部分的线股应缠绕良好，不应有断股、松股等缺陷。
- 5.8.21 馈线遇有下列损伤情况之一应剪掉：**
- 1 损伤强度或损伤截面积超过第 5.8.20 条以补修管补修的规定；
 - 2 连续损伤其强度、截面积未超过第 5.8.20 条以补修管补修的规定，但损伤长度已超过补修管能补修的范围；
 - 3 钢芯铝绞线的钢芯断一股；
 - 4 馈线出现松股、拧花、灯笼，其直径超过原导线直径的 1.5 倍，且无法修复；
 - 5 破股已形成无法修复的永久变形。
- 5.8.22 馈线连接前，应清除表面污垢，清除的长度应为连接部分的 2 倍。连接部分的馈线不应有松股、断股和缠绕不良现象。**

5.8.23 馈线中间接头采用钳压连接时，应符合现行国家标准《电气装置安装工程 66kV 及以下架空电力线路施工及验收规范》GB 50173 钳压连接的规定。

5.8.24 馈线中间接头采用液压连接时，应符合现行行业标准的规定。

5.8.25 采用接续金具或耐张线夹连接后的馈线，均不应降低馈线的导电能力。馈线接续处的温升不应大于被接续馈线的温升。

5.8.26 耐张线夹、接续金具、接触金具对馈线的握着力，其与馈线计算拉断力之比，压缩型接续管及耐张线夹不应小于 95%；非压缩型耐张线夹不应小于 90%。

5.8.27 馈线通过 45m 长及以上的路口时，应采用双针式绝缘子或悬式绝缘子，过街的馈线不得有中间接头。

5.8.28 馈线拉紧应符合下列规定：

1 馈线拉紧后，弧垂的误差不应超过设计弧垂的 $\pm 5\%$ ；

2 同档内各相馈线的垂度应一致，水平排列的馈线弧垂允许最大高差为 50mm；

3 在同一横担上，悬挂同金属不同截面的馈线时，所有导线的垂度应与大截面导线的垂度一致；当小截面馈线垂度较大时，应安装防晃圈。

5.8.29 绝缘层的损伤处理应符合下列要求：

1 绝缘层损伤深度在绝缘层厚度的 10% 及以上时应进行绝缘修补。可用绝缘自粘带缠绕，每圈绝缘粘带间搭压带宽的 1/2；

2 补修后绝缘自粘带的厚度应大于绝缘层损伤深度，且不应少于两层。也可用绝缘护罩将绝缘层损伤部位罩好，并将开口部位用绝缘自粘带缠绕封住。

5.8.30 绝缘线的连接应采用专用的线夹，接续管连接不应缠绕。绝缘线连接后必须进行绝缘处理。绝缘线的全部端头、接头应进行绝缘护封，不得有导线、接头裸露。

5.8.31 在接头处应安装辐射交联热收缩管护套或预扩张冷缩绝

缘套管（统称绝缘套）。绝缘护套管径应为被处理部位接续管的1.5倍~2倍。绝缘线应使用内外两层绝缘护套进行绝缘处理。

5.8.32 有导体屏蔽层的绝缘线承力接头，应在接续管外面先缠绕一层半导体自粘带和绝缘线的半导体层连接后再进行绝缘处理。

5.8.33 截面为 240mm^2 及以上铝线芯绝缘线承力接头宜采用液压法施工。应符合下列规定：

1 应剥去接头处的绝缘层、半导体层，线芯端头用绑线扎紧，锯齐导线，线芯切割平面与线芯轴线垂直。

2 铝绞线接头处的绝缘层、半导体层的剥离长度，每根绝缘线应比铝接续管的 $1/2$ 长 $20\sim 30\text{mm}$ 。

3 钢芯铝绞线接头处的绝缘层、半导体层的剥离长度应符合下列规定：

1) 当钢芯对接时，其一根绝缘线应比铝接续管的 $1/2$ 长 $20\text{mm}\sim 30\text{mm}$ ，另一根绝缘线应比钢接续管的 $1/2$ 和铝接续管的长度之和长 $40\text{mm}\sim 60\text{mm}$ ；

2) 当钢芯搭接时，其一根绝缘线应比钢接续管和铝接续管长度之和的 $1/2$ 长 $20\text{mm}\sim 30\text{mm}$ ，另一根绝缘线应比钢接续管和铝接续管的长度之和长 $40\text{mm}\sim 60\text{mm}$ 。

4 进行绝缘处理的部位应清洗干净后再进行绝缘处理。

5.8.34 辐射交联热收缩管护套的安装应符合下列规定：

1 加热工具应使用燃气喷枪，火焰应呈黄色，避免蓝色火焰；

2 将内层热缩护套推入指定位置，应保持火焰慢慢接近，从热缩护套中间或一端开始，使火焰螺旋移动，保证热缩护套沿圆周方向充分均匀收缩；

3 收缩完毕的热缩护套应光滑无皱折，并能清晰地看到其内部结构轮廓；

4 在指定位置浇注热熔胶，推入外层热缩护套后继续用火焰使之均匀收缩，热缩部位冷却至环境温度之前，不应施加任何

机械外力。

5.8.35 预扩张冷缩绝缘套管的安装应符合下列规定：

- 1 应将内外两层冷缩管先后推入指定位置，逆时针旋转退出分瓣开合式芯棒，冷缩绝缘套管松端开始收缩；
- 2 采用冷缩绝缘套管时，其端口应用绝缘材料密封。

IV 馈线过引线与固定绑扎

5.8.36 裸铜、铝馈线在绝缘瓷瓶上或线夹上固定时，应缠绕与导线同金属的包带，缠绕长度应超出接触部分 30mm，缠绕的方向应与导线外层线股缠绕的方向一致。

5.8.37 裸铜、铝馈线在绝缘瓷瓶上绑扎用的绑线，应采用与导线同金属的单股线，其直径不应小于 2mm。

5.8.38 馈线的固定绑扎应牢固可靠，并应符合下列规定：

- 1 馈线在针式和蝶式绝缘瓷瓶上的固定与绑扎应符合国家现行相关标准的规定；
- 2 馈线折角处使用针式或蝶式绝缘瓷瓶时，导线应固定在瓷瓶的外侧颈上（导线受力的反方向侧）。

5.8.39 过引线（跨接线或弓子线）之间、过引线与主干线间的连接，应符合下列规定：

- 1 过引线的截面应与主干线截面相等；
- 2 铜铝导线连接时，应采用截面相同的铜、铝过渡线夹连接；
- 3 导线互相连接和与并沟线夹连接前，应清除接触面部位的锈蚀和污垢；
- 4 采用并沟线夹连接时，每处的线夹不得少于 2 个；线夹的规格应与导线配套，连接面应平整、光洁；导线及并沟线夹槽内应清除氧化膜，并涂电力复合脂；
- 5 采用绑扎连接时，绑线的直径不应小于导线的单股直径，绑扎的长度应分为两段，每段不应小于 200mm。绑扎应接触紧密、均匀、无松圈、硬弯；

6 过引线长度大于 1.0m 时，应在横担上安装针式绝缘子固定；过引线与其他导体及接地物间的距离不应小于 150mm；

7 过引线应顺直，弧度均匀，不得有不正规的交叉。

V 馈电箱和馈入线安装

5.8.40 不同金属导线的引下线连接时，应有可靠的过渡设备。

5.8.41 引下线应用针式绝缘子固定，其固定间距不应大于 1.2m。

5.8.42 杆上馈线刀开关的安装方位应与架空馈线走向垂直，并装在车道侧，其高度应符合设计规定。正、负极位置应以送电方向为基准，先遇见的刀开关为正级，后遇见的刀开关为负级（图 5.8.42）。

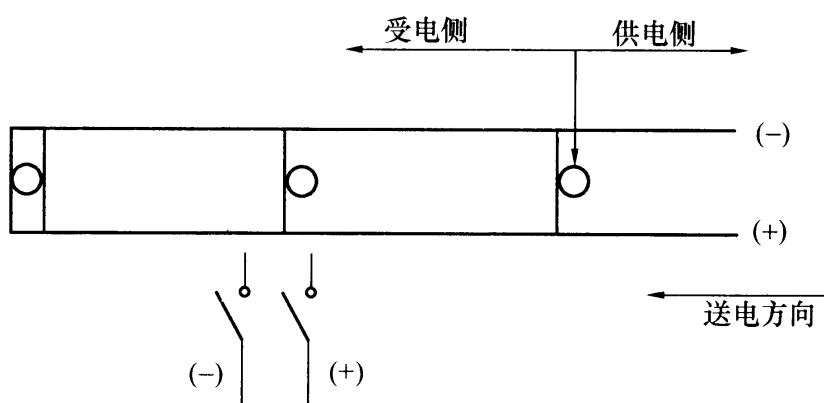


图 5.8.42 馈线刀开关正、负极位置

5.8.43 杆上馈电箱和刀开关安装应符合下列规定：

1 馈电箱和刀开关的托架在电杆上的安装应牢固可靠，横梁平正，端部高差不应大于 5mm；

2 刀开关组装应牢固，绝缘瓷件应清洁，无裂纹损伤；

3 刀刃合闸时应接触紧密，分闸时的空气间隙不应小于 150mm；

4 开关装好后，机构动作应稳定，并应进行调试且符合产品使用规定；

5 刀刃分闸时应静触头带电；

6 开关两端与引线鼻子的连接应紧密、稳定、可靠。

5.8.44 落地馈电箱安装应符合下列规定：

- 1 馈电箱底座与馈电箱的安装尺寸应配套，安装应坚固可靠；
- 2 地极埋入深度不应小于 2.0m，接地电阻不应大于 10Ω ；
- 3 应安装压敏电阻及保护熔丝，压敏电阻应用 2500V 摇表测量其绝缘电阻，其值应大于 $2M\Omega$ ，安装时，与箱体应有间距，正线接在 1~4 刀闸下桩头铜排上；
- 4 馈电箱的漆层应完整，无损伤。应在其明显部位设警告标志。外壳应可靠接地；
- 5 刀开关的组装应符合国家现行相关标准的规定。

5.8.45 馈引线及其悬吊安装应符合下列规定：

- 1 馈引线宜采用截面积为 $120\text{mm}^2 \sim 185\text{mm}^2$ 的橡皮铜绞线。
- 2 悬吊馈引线的横绷线，正、负线垂度高差不应大于 50mm，跨越单臂或吊链线的高度不应小于 500mm。
- 3 悬吊正、负馈引线在横绷线的绝缘位置应对齐，与负线馈入线水平距离不应小于 500mm（图 5.8.45）。

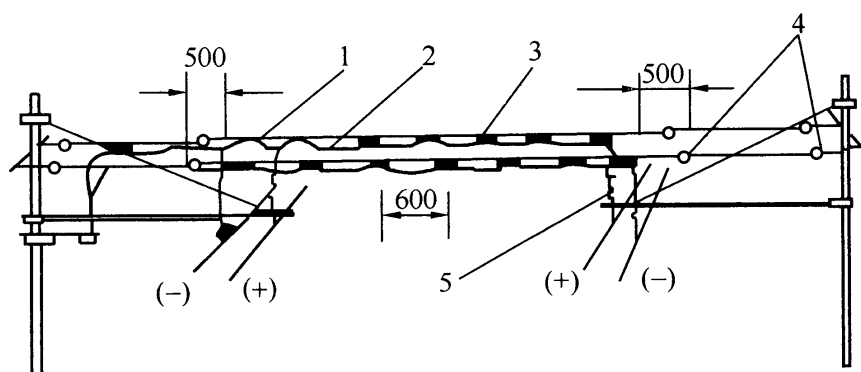


图 5.8.45 馈引线悬吊安装（单位：mm）

1—横绷线；2—馈引线；3—线夹；4—拉紧绝缘；5—馈入线

- 4 引线在横绷线的悬吊宜采用线夹安装，或用橡皮线绑扎；绑扎时，不应少 10 圈，悬吊点间的距离宜为 600mm。

5.8.46 馈入线安装应符合下列规定：

- 1 馈入线宜采用 95mm^2 的橡皮铜绞线。
- 2 馈入线与引线的连接宜采用并沟线夹连接，每处不应少于 2 个。采用绑扎连接时，应符合表 5.8.46 的规定（图 5.8.46-1）。

表 5.8.46 馈入线与引线的连接采用绑扎的规定 (mm)

铜线截面	L	b	绑线直径
95mm^2	80	50	2.49
120mm^2	100	50	2.49

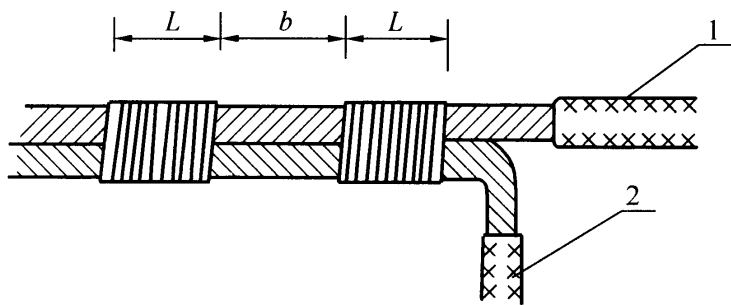


图 5.8.46-1 引线与馈入线绑扎

1—馈引线；2—馈入线

- 3 馈入线应绕成内径为 $\phi 80\text{mm} \sim \phi 100\text{mm}$ 的弹性圈 2 圈~4 圈，底圈与接触线的距离应为 $250\text{mm} \sim 300\text{mm}$ （图 5.8.46-2）。

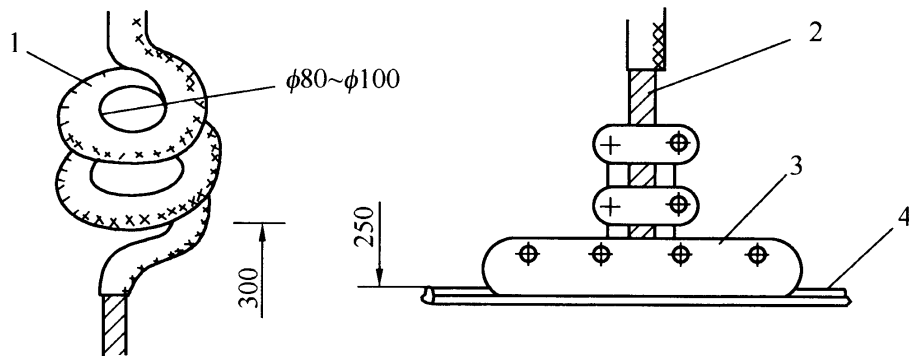


图 5.8.46-2 馈入线安装 (单位: mm)

1—馈入线弹性圈；2—馈入线；3—馈线夹板；4—接触线

- 4 馈入线应使用馈线夹板与接触线连接，不得有松动。
- 5.8.47 馈入线与链线在同一立面上时，两者之间应加绝缘胶管。
- 5.8.48 长单臂悬挂上、下行接触线时，馈引线安装应符合下列规定：

- 1 馈引线应安装在单臂支撑架的针式瓷瓶上，支架间距宜为 600mm (图 5.8.48)；
- 2 馈入线安装应符合本规范第 5.8.46 条的规定。

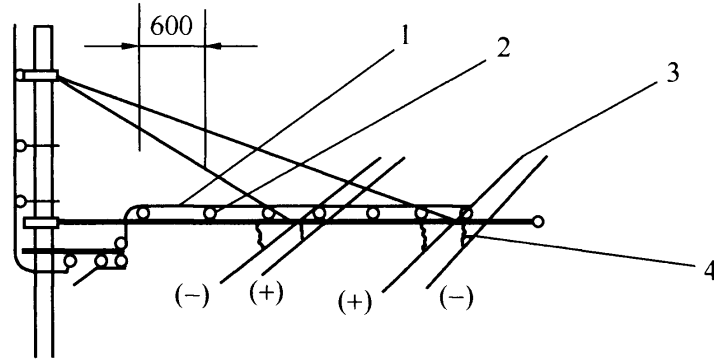


图 5.8.48 长单臂上下行接触线馈引线安装 (单位: mm)
1—馈引线; 2—针式瓷瓶支架; 3—接触线; 4—馈入线

VI 均压线安装

5.8.49 双侧单臂和横绷线悬吊接触网的均压线安装应符合下列规定:

- 1 均压线宜采用 95mm^2 的橡皮铜绞线, 也可采用 85mm^2 的铜接触线;
- 2 采用橡皮铜绞线为均压线时, 应有横绷线悬吊;
- 3 悬吊均压线的横绷线, 正、负线垂度高差不应大于 50mm, 跨越单臂或吊链线的高度不应小于 500mm (图 5.8.49);

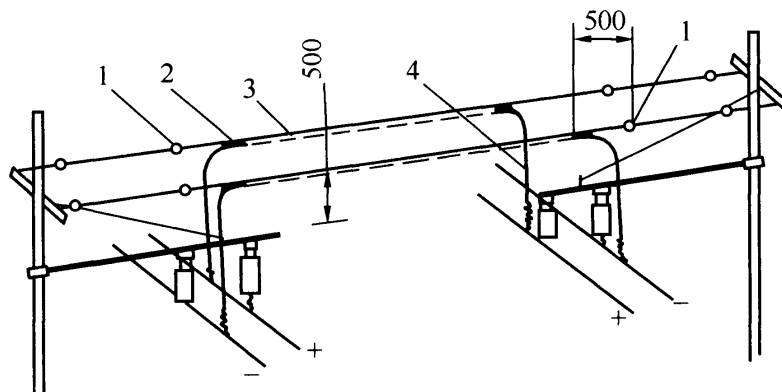


图 5.8.49 均压线安装 (单位: mm)
1—拉紧绝缘子; 2—并钩线夹 (铜绑扎线);
3—铜接触线 (或橡皮铜绞线); 4—馈入线

4 馈入线安装应符合本规范第 5.8.46 条的规定。

5.8.50 长单臂上下行接触网均压线的安装应符合下列规定：

1 均压线应采用截面积 95mm^2 以上的绝缘铜绞线；

2 均压线应安装在单臂支撑架的针式瓷瓶上，支架间距宜为 600mm ；

3 馈入线安装应符合本规范第 5.8.46 条的规定。

5.9 避雷器安装

5.9.1 采用羊角双间隙避雷器时，安装后的主间隙应为 3mm ，辅助间隙应为 2mm （图 5.9.1）。

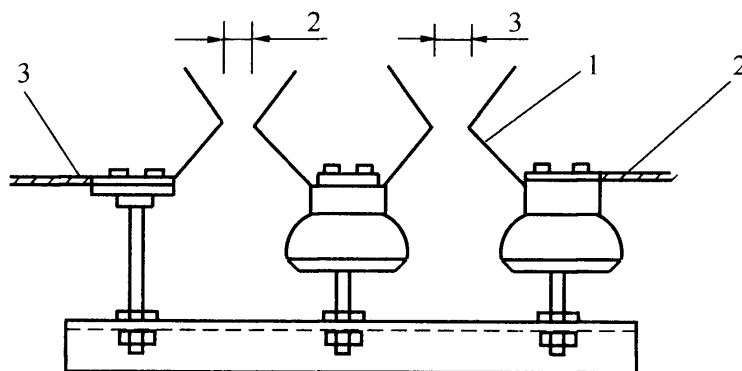


图 5.9.1 双间隙羊角避雷器安装（单位：mm）

1—避雷器羊角；2—避雷器上引线；3—避雷器下引线

5.9.2 采用金属氧化物避雷器（无间隙避雷器）时，安装前应根据产品使用规定进行复验，不符合规定的产品不得使用。

5.9.3 避雷器应排列整齐，高低一致，相间距离不应小于 150mm 。

5.9.4 避雷器上引线（带电侧引线），不宜采用小于 16mm^2 的铜芯皮线；下引线（地线侧引线）距地面 2m 及其以上区段，宜采用 25mm^2 以上的铜芯皮线，距地面 2.0m 以下采用直径 $\phi 8\text{mm}$ 以上的镀锌圆钢。

5.9.5 地线极宜采用直径 $\phi 18\text{mm}$ ，长 2.5m 的圆钢制成，且地线极的制作应符合电力行业标准，并应进行镀锌或其他防腐处理。

5.9.6 地线极的安装应符合下列规定：

1 地线极的埋设位置应顺道路方向，两根地线钎的间距应为 1.2m~1.5m；

2 安装后的地线应进行测试，接地电阻不得大于 10Ω 并有记录。

5.9.7 出地面的地线引线应有护线槽板，或非金属护管，长度不小于 2.0m，并应与电杆固定。

5.9.8 出地面的地线引线与杆上的下引线，应在距地面 2.2m 以上处用并钩线夹或钢绞线卡子连接，连接应牢固可靠。

5.9.9 避雷器的安装应符合下列规定：

1 避雷器的瓷件应清洁、完整、无裂纹；

2 避雷器支架梁应平整，无倾斜；

3 避雷器与上、下引线的连接应牢固可靠。

5.9.10 避雷器引线（图 5.9.10）安装应符合下列规定：

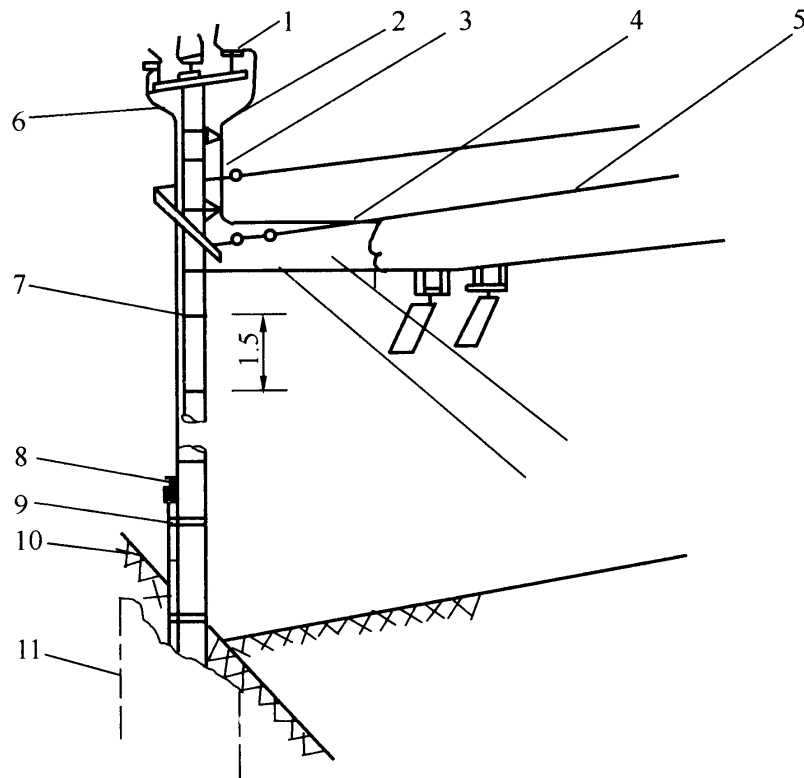


图 5.9.10 避雷器引线安装（单位：m）

- 1—避雷器；2—针式瓷瓶；3—上引线；4—引线卡子；
5—均压线；6—下引线；7—下引线固定；8—地线并钩线夹；
9—槽板固定；10—护线槽板；11—地线极

- 1 上引线与馈线、均压线连接时，应牢固可靠；
- 2 上引线在支撑物或横绷线安装时，应装在绝缘瓷瓶上或绝缘支架上；
- 3 下引线在电杆上的固定间距不应大于 1.5m；
- 4 每相引流线之间的净空距离不应小于 150mm。

5.10 电缆线路安装

I 电 缆 敷 设

- 5.10.1 安装电缆使用的配件和紧固件均应镀锌或进行其他防腐处理。
- 5.10.2 电缆运输、装卸时，不应使电缆及电缆盘受到损伤，电缆盘不得平放运输，严禁由车上向下推滚电缆盘。
- 5.10.3 绝缘单芯电缆的最小弯曲半径，不应小于电缆直径的 25 倍。
- 5.10.4 敷设塑胶绝缘电缆时，存放地点在敷设前 24h 内的平均温度或现场温度低于 0℃时，不应敷设电缆。
- 5.10.5 敷设电缆时，电缆应从盘的上方引出，电缆不应在地面上或支架上拖拉摩擦。
- 5.10.6 电车电缆之间及与其他设施之间平行和交叉时的最小距离应符合本规范第 4.2.70 条的规定。严禁将电缆平行敷设于其他管线、管道的正上方或正下方。
- 5.10.7 电缆线路的施工及验收，除按本规定执行外，尚应符合国家现行有关标准的规定。
- 5.10.8 并列敷设的电缆接头的位置宜相互错开。
- 5.10.9 电缆标志牌的设置应符合下列规定：
 - 1 标志牌的规格应统一，并应进行防腐处理，装挂应牢固；
 - 2 标志牌上应注明线路编号、电缆规格、起止地点长度，字迹应清晰、不易脱落，并应及时安装；
 - 3 在下列地段应装置标志牌：电缆的终始端、电缆接头和

隧道、沟道、管道、竖井的两端。

II 电缆管敷设

5.10.10 电缆管应符合下列规定：

1 不应有裂缝、穿孔和凹凸不平等缺陷，金属管不应有严重锈蚀；

2 管的内壁应光滑、无毛刺，管口应做成喇叭形并应磨光；

3 弯制后的管子不应有显著的塌瘪现象，弯扁程度不宜大于管子外径的 10%；

4 电缆管的选择应符合设计规定。电缆管内径不应小于使用电缆直径的 2.5 倍，采用混凝土、陶土、石棉水泥管时，其内径不应小于 100mm。

5.10.11 金属电缆管连接时，宜采用大一级的管口套接，连接应牢固，密封应良好；金属电缆管不宜直接对接；硬质塑料管套接或插接时其插入深度宜为管子内径的 1.1 倍~1.8 倍，在插接面上应涂胶粘剂粘牢密封，采用套管时套管两端应封焊。

5.10.12 引至设备和电缆出线的电缆管，管口位置应便于敷设电缆及与设备连接，并不应妨碍设备拆装和进出。并列敷设的电缆管，管口排列应整齐。

5.10.13 电缆交叉时，保护管宜采用两半卡接式圆管或角钢卡接式方管。

5.10.14 电缆管敷设应符合下列规定：

1 电缆管的埋设深度，在机动车道下面时，不应小于 0.7m；在人行步道下面时，不应小于 0.5m；

2 通过机动车道的电缆管，应长出道路宽两侧各 1m；

3 进出建筑物和电缆隧道的电缆管应长出散水坡 0.5m；

4 电缆管的地基应夯实，并应平整；管口连接应对准，平滑密封；

5 电缆管应有不小于 0.1% 的排水坡度。

III 电缆支架安装

5.10.15 电缆支架的横向间距宜为 0.75m~1.0m，层间垂直净距不应小于 2 倍电缆外径再加 10mm。

5.10.16 电缆支架应安装牢固，同层支架应在同一水平面上，高低偏差不大于 5mm。在有坡度的隧道和电缆沟内安装支架时，坡度应与隧道、电缆沟一致。

5.10.17 电缆上杆时的支架间距不应大于 1.5m。

IV 隧道内、沟道内和管道内电缆敷设

5.10.18 电缆敷设前，应符合下列规定：

1 电缆沟道内应无水、杂物和淤泥，电缆支架应齐全、牢固；

2 电缆管孔应进行试通；

3 校核电缆型号、规格及敷设长度；

4 测量电缆绝缘电阻，晴天时绝缘电阻不应小于 50MΩ，阴雨天时不应小于 0.5MΩ（1000V 摇表），并应有记录。检测合格方可施工。

5.10.19 敷设电缆时，不应损坏隧道和沟道内的防水层。

5.10.20 电缆的排列当设计无要求时，应符合下列规定：

1 电力电缆和控制电缆应分开排列，不应配置在同一层支架上；

2 电力电缆和控制电缆设在同一侧支架上时，控制电缆应放在电力电缆的下面，1kV 以下的电缆应放在 1kV 及其以上电力电缆的下面；

3 不同电压的电缆因特殊情况交叉时，在交叉处应设置绝缘隔板。

5.10.21 明敷在室内带有麻护层的电缆，距终端头 1.0m 以内的一段，应剥除麻护层，并对电缆铠装采取防腐保护。

5.10.22 在站内、井口内、管道进出口以及终端头、中间接头

处敷设电缆，应留有备用余量。

5.10.23 电缆的固定应符合下列规定：

- 1 固定电缆的夹具，形式结构应统一；
- 2 裸铅套和全塑的电缆在固定处应加软衬保护；
- 3 电缆在下列地段应有固定：
 - 1) 垂直敷设或超过 45° 倾斜的电缆，在每处支架上固定；
 - 2) 水平敷设的电缆，在电缆首末两端及转弯和电缆接头的两端处固定。

5.10.24 电缆标志牌的设置应符合下列规定：

- 1 标志牌的规格应统一，并应进行防腐处理，装挂应牢固；
- 2 标志牌上应注明线路编号、电缆规格、起止地点长度，字迹应清晰、不易脱落，并应及时安装；
- 3 电缆的终始端、电缆接头和隧道、沟道、管道、竖井的两端等处应装置标志牌。

5.10.25 电缆出入隧道、沟道、竖井、建筑物时，出入口应封闭，管口应密封。

5.10.26 电缆敷设完毕后，应及时清除杂物，盖好盖板。

5.10.27 电缆穿管前的准备工作应符合本规范第 5.10.8 条的规定。

5.10.28 穿电缆时，电缆头端应装保护罩；可采用无腐蚀性的润滑剂；严禁强力猛拉。

5.10.29 电缆穿管敷设应符合下列规定：

- 1 每根馈线电缆应单独穿入一根管内；
- 2 控制电缆不得与其他电缆同穿一根管；
- 3 在混凝土管、石棉水泥管内敷设的电缆，宜采用塑胶护套电缆；
- 4 穿入管内的电缆经调整测试合格后，应及时将管口密封。

V 桥梁上电缆敷设

5.10.30 在进出桥梁的两端，电缆应套有足够机械强度的保护

管或保护罩。

5.10.31 在桥梁上，电缆应敷设在人行道下的电缆沟中或穿入管内。

5.10.32 敷设在桥墩和伸缩缝处的电缆应留有松弛部分。

5.10.33 在经常受到振动的桥梁上敷设电缆时，应有防振措施。

5.10.34 在桥梁上悬吊电缆时，应符合下列规定：

- 1 钢索和托架与桥梁构架的净距，不应小于 0.3m；
- 2 钢索上的悬吊点间距不宜大于 0.75m，每个吊点均应有电缆托；
- 3 在有坡度的地段，悬吊点应固定；
- 4 悬吊架设的电缆与桥梁架构之间的净距不应小于 0.5m。

VI 直埋电缆敷设

5.10.35 电缆埋设深度应符合下列规定：

1 电缆表面距地面的距离不应小于 700mm，穿越农田时不应小于 1.0m；

2 寒带区的电缆应埋设在冻土层以下；当无法深埋时，应采取保护措施；

3 当与地下设施交叉或接近建筑物而不能深埋时，应采取保护措施。

5.10.36 电缆沟槽的坡度应根据土质确定，宜为沟深的 13%。

5.10.37 电缆沟槽的宽度应按两根电缆间净距 100mm，与槽边 150mm 为基数（图 5.10.37）。每增加一根电缆其沟底宽应增

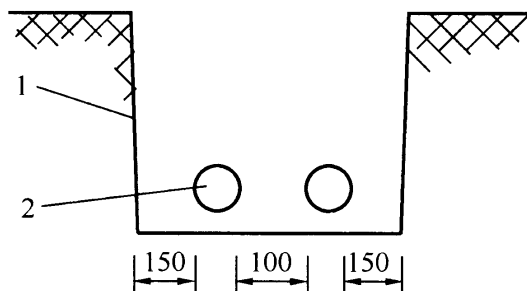


图 5.10.37 电缆沟槽内电缆的安装（单位：mm）

1—电缆沟槽断面；2—电缆

加 170mm。

5.10.38 在电缆直埋路径上，遇有腐蚀性的有机物质、矿渣、石灰、瓦砾等时，应换土或采取保护措施。

5.10.39 在明沟、河边容易遭到冲刷的地段，不宜敷设电缆；当需敷设时，应采取保护措施。

5.10.40 直埋电缆的上下均应铺设不小于 100mm 厚的软土或细砂层，软土和细砂层中不得有石块或其他硬质杂物。

5.10.41 使用落地滑车敷设电缆时，滑车间距的确定应以电缆不在地面上发生摩擦为准。

5.10.42 电缆应弯曲敷设，并应留有少量裕度。

5.10.43 直埋电缆与其他电缆交叉时，高压电缆宜在下层，低压电缆宜在上层。电缆交叉时，交叉角度不宜小于 60° ，交叉处应套保护管，其长度应长出被交叉电缆的两侧各 500mm。

5.10.44 电缆敷设后，应加盖混凝土保护板，也可用砖块代替，其覆盖宽度应超过电缆两侧各 50mm。

5.10.45 直埋电缆覆盖前，必须由专人检验，并经设备管理人员测绘记录核实后，方可回填。回填土应夯实。

5.10.46 直埋电缆沿线的拐弯、交叉接头处及特殊区段，应有明显的方位标志和牢固的标桩。

5.10.47 填好的电缆沟槽地面，可比原地面稍高，并应将所余渣土清除运走。对沥青、花砖等路面应恢复原状。

5.10.48 电缆上杆的终端，在地下附近应留有 1.0m~1.5m 余量，地上应有不小于 2.0m 长的保护管，电缆上杆高度不宜小于 6.0m。

Ⅶ 电缆接头和终端头

5.10.49 电缆接头和终端头的制作，应由专业人员进行。

5.10.50 室外制作电缆接头和终端头，应在气候干燥的情况下进行，并应有防尘土和污物的措施。

5.10.51 多条电缆并列敷设时，接头盒应前后错开安置。接头

盒不应安装在倾斜、弯曲和深槽地段内。

5.10.52 切断电缆后，均应将端头立即封好，并采取可靠的防潮措施。

5.10.53 制作电缆接头和终端头时，从开始剥切到制作完毕，必须连续进行，一次完成。制作前和完成后，均应测量电缆绝缘，并应符合本规范第 5.10.18 条第 4 款的规定。

5.10.54 剥切电缆时，不得损伤线芯绝缘、包缠绝缘和绝缘套。并应清洁，防止污秽与潮气侵入绝缘层。

5.10.55 电缆接头、终端头的外壳和该处的电缆金属护套及铠装层均应接地良好；接地线应采用编织软网铜线，其截面不应小 25mm^2 。

6 验 收

6.1 供电线网工程验收

I 一般规定

6.1.1 供电线网工程竣工后，进行工程验收前的工作；并应备齐施工文件、工程竣工图、施工纪要和工程测试记录。

6.1.2 对接触网、馈线网的整体检查，地上部分可用目检和简单的仪表、量具进行；对隐蔽部分，应查阅施工过程的检测记录和有关标志，并对避雷器的接地电阻、馈线网接触网的整体绝缘等进行抽查。

6.1.3 对于在施工过程中由于地形地物不符，导致悬吊结构及材料设备的变动，应按修改后的设计进行检查。

II 接触网工程验收检查

6.1.4 电杆、基础、拉线系统应检查下列项目：

1 电杆型号、规格、杆位、拉线位，施工偏差和承载后的杆梢偏移量；

2 混凝土电杆表面质量；

3 金属结构电杆表面质量；

4 拉线安装制作。

6.1.5 支撑系统应检查下列项目：

1 支撑形式、结构、型材、线材、配件的规格；

2 支撑系统安装的位置；

3 支撑系统紧固件安装的方位。

6.1.6 接触线悬吊系统应检查下列项目：

1 接触线的线位；

- 2 接触线夹板与线槽的连接；
 - 3 接触线和复磨体在悬吊点处距地面的高度；
 - 4 悬吊系统紧固件安装的方位；
 - 5 接触线之间和带电体与电杆和其他支撑结构之间的绝缘；
 - 6 接触线锚线的位置与安装。
- 6.1.7 枢纽设备应检查下列项目：
- 1 设备位置与安装；
 - 2 分线器，并线器，交叉器，正、负接触线交叉部位的绝缘和包扎绝缘；
 - 3 分线器、并线器、交叉器组、分段绝缘器和整体复磨体安装；
 - 4 分线器传动机构。
- 6.1.8 对接触网之间及与外界设施的安全距离必须检查下列项目：
- 1 悬挂接触线的支撑物跨越接触线的距离；
 - 2 外界电力、照明、通信等线路跨越接触线的距离；
 - 3 树木和其他设施与接触线的距离。

Ⅲ 馈线网工程验收检查

- 6.1.9 架空馈线应检查下列项目：
- 1 横担安装的位置、方位；
 - 2 馈线型号、垂度、安装的走向及排列；
 - 3 馈线接头、馈线在绝缘瓷瓶上的固定与绑扎。
- 6.1.10 电缆线路应检查下列项目：
- 1 电缆走向敷设途径，标牌标桩齐全；
 - 2 电缆交叉处与薄弱地段的保护设备齐全；
 - 3 电缆敷设前后和中间接头、终端头制作前后的电缆绝缘性能检查记录齐全；
 - 4 隧道和电缆沟内的明敷电缆及进入设备的电缆排列符合规定。

6.1.11 馈线过引线及馈入线应检查下列项目：

- 1 过引线、馈引线、均压线的安装；
- 2 不同金属导线的连接；
- 3 馈入线与接触线的连接和安装。

6.1.12 避雷器应检查下列项目：

- 1 上、下引线的安装；
- 2 避雷器的调试、安装；
- 3 地线极的制作、安装并查阅测试记录，对可疑情况再进行抽测。

6.1.13 馈线网与外界的安全距离必须进行检查，并应符合规定。

6.1.14 必须测试供电区段总体绝缘电阻，并应符合规定。

IV 送电通车试运行

6.1.15 工程竣工后，在送电前必须对馈线网检查，符合规定后，方可送电试车运行。

6.1.16 电车试运行时，应由架线工程车护送。应先低速，然后再中速行驶。

6.1.17 通过中速运行检验后，接触网悬吊系统不适应电车运行的悬吊部分应进行全面调整。

6.1.18 试运行调整后的接触网应满足电车以运营速度运行时的要求。

6.2 竣工交接

6.2.1 无轨电车供电线网工程应与电车线路有关工程同步建成，并及时组织竣工交接。

6.2.2 施工单位应编好竣工文件，绘制好全部竣工图，并将资料移交接管单位。

6.2.3 交接文件应包括下列内容：

- 1 施工竣工图：

- 1) 馈线网平面布置施工竣工图；
 - 2) 接触线网平面布置施工竣工图；
 - 3) 馈线网安装图；
 - 4) 接触线网安装图；
- 2 变更设计文件：
- 1) 变更设计文件和说明；
 - 2) 施工处理意见和协商纪要；
- 3 工程施工记录：
- 1) 电车供电架空线网与外界线路、建筑的距离较近地段的有关协商纪要；
 - 2) 电杆基础、电缆敷设等隐蔽工程情况记录和与其他市政设施交叉配合纪要；
 - 3) 电缆接头、终端头、敷设、制作前后的电缆绝缘测试记录；
 - 4) 避雷器和接地装置测试记录；
 - 5) 供电区段总体绝缘测试记录；
 - 6) 所有竣工文件会签记录。

本规范用词说明

1 为便于在执行本规范条文时区别对待，对要求严格程度不同的用词说明如下：

1) 表示很严格，非这样做不可的：

正面词采用“必须”，反面词采用“严禁”；

2) 表示严格，在正常情况下均应这样做的：

正面词采用“应”，反面词采用“不应”或“不得”；

3) 表示允许稍有选择，在条件许可时首先这样做的：

正面词采用“宜”，反面词采用“不宜”；

4) 表示有选择，在一定条件下可以这样做的，可采用“可”。

2 条文中指明应按其他有关标准执行的写法为：“应符合……的规定”或“应按……执行”。

引用标准名录

- 1 《电气装置安装工程 66kV 及以下架空电力线路施工及验收规范》 GB 50173
- 2 《混凝土结构工程施工质量验收规范》 GB 50204
- 3 《混凝土结构工程施工规范》 GB 50666
- 4 《电力金具名词术语》 GB/T 5075
- 5 《城市无轨电车和有轨电车供电线网电杆》 CJ/T 3

中华人民共和国行业标准

无轨电车牵引供电网工程技术规范

CJJ/T 72 - 2015

条文说明

修 订 说 明

《无轨电车牵引供电网工程技术规范》CJJ/T 72 - 2015 经住房和城乡建设部 2015 年 11 月 30 日以 982 号公告批准、发布。

本规范是在《无轨电车牵引供电网工程施工及验收规范》CJJ 72 - 97 的基础上修订而成的。前一版的主编单位是北京市公共交通总公司电车公司供电所，参编单位是上海公交总公司、重庆公交总公司、沈阳公司总公司、西安公交总公司、广州市电车公司。主要起草人员是石露志、孙宝海、陈述忠、王大春、吴尚金、张中天、杨斌、郑建成。

本规范修订过程中，编制组进行了广泛的调查研究，总结了我国城市无轨电车牵引供电网工程的实践经验，同时参考了国外先进技术标准。

为便于广大设计、施工、科研、学校等单位有关人员在使用本规范时能正确理解和执行条文规定，《无轨电车牵引供电网工程技术规范》编制组按章、节、条顺序编制了本规范的条文说明，对条文规定的目的、依据以及执行中需注意的有关事项进行了说明。但是，本条文说明不具备与规范正文同等的法律效力，仅供使用者作为理解和把握规范规定的参考。

目 次

1	总则	91
2	术语和符号	93
3	气象条件	94
3.1	环境温度	94
3.2	风速	95
3.3	冰荷载	95
4	设计	96
4.2	馈线网、接触网	96
4.3	接触网主要材料的安全系数	103
4.4	保养场、回车场和桥梁、涵洞接触网	104
4.5	架空馈线张力与垂度计算	105
4.6	架空接触网受力计算	105
4.7	电车供电网电压降简单计算	106
5	施工	107
5.1	施工准备	107
5.2	线网器材检验	107
5.3	电杆基础与拉线	109
5.4	接触网支撑结构安装	111
5.5	接触网悬吊结构安装	114
5.6	枢纽设备安装	118
5.7	保养场、回车场和桥梁、涵洞接触网架设	120
5.8	架空馈线	121
5.9	避雷器安装	125
5.10	电缆线路安装	125

6	验收	129
6.1	供电线网工程验收	129
6.2	竣工交接	129

1 总 则

1.0.1 制定本规范的目的

1 我国是有轨电车、无轨电车历史悠久的国家，具有相当丰富的建设、运行及管理经验。近些年来虽然制定了一些专业标准，但是尚没有全国统一的集城市无轨电车牵引供电网设计、施工、验收为一体的技术规范。为了确保无轨电车交通事业的健康发展，提高接触网的设计、施工和验收水平，保证供电质量，制定本规范。

2 为了研究我国各地区无轨电车牵引供电网的建设成果和经验，共同总结，相互学习，统一认识，推动技术进步，提出适应现代科学技术发展，适合我国国情的城市无轨电车牵引供电网工程技术标准并与本专业的其他标准组成完整的体系，配合使用，以利于行业发展和技术交流。

3 由于无轨电车供电线网是一项综合性的系统工程，有许多与它相配合的规范，以组成完整的体系，配合使用。本规范就是与该体系配套的主要标准之一。

4 为了便于国际科技交流，制定具有国内先进水平或具有国际性的我国自己的无轨电车牵引供电网设计、施工及验收规范有重要的意义。

5 制定本规范对今后本专业配套的标准、预算编制以及对管理人员、专业人员的培训，也可做到有据可依、有章可循。

1.0.2 本条规定的使用范围主要是指新建工程以及改建、扩建工程。有轨电车供电线网和轻轨架空触线网工程，可参照本规范的有关规定。750V 电压是无轨电车牵引供电网发展的方向，工程中应优先采用。

1.0.3 本条规定供电网工程的设计，应根据城市建设总体规划

进行，其中包括公共交通总体规划，无轨电车发展规划。由于无轨电车供电网工程与市政设施关系密切，只有在统筹规划下才能做到总体协调与相互配合，否则难以实现合理的设计。

无轨电车牵引供电网是系统的配套工程，与电车保养场、整流站、回车场等直接有关，若一步到位，必然投资加大、设备闲置；首期工程简化，投资量减少，但对一期运营管理和二期工程带来许多不便，因此作出“无轨电车供电网工程的设计，应根据无轨电车线路发展规划，近期、远期综合考虑，有效利用投资，分期建设逐步实施”的规定。

1.0.4 无轨电车接触网的设计和选型，与使用寿命和供电质量直接有关。同时，为了降低成本，便于推广应用，理所当然应符合标准化、通用化、系列化的要求。

1.0.5 重大公共性、基础性的工程项目，必须是安全、可靠、节能、环保和经济适用的。

1.0.6 这是确保无轨电车牵引供电网安全运行，防止火灾发生的必然要求。

1.0.7 110kV 的高压线对 750V 或 600V 的无轨电车牵引供电网必然造成强大的电磁干扰，不利于无轨电车的安全运行，但如果不架设供电网，双源无轨电车脱网运行通过是可以的。

1.0.8 包括无轨电车牵引供电网在内的国家电力网络的水平、规模和标准不断地发展变化，本规范不能预测到这些发展和变化，更不能予以规定。其次，本规范不可能囊括所有的行业及产品，因此，供电网的设计和建设，除应符合本规范外，还应符合国家现行有关标准的规定。

2 术语和符号

本节规范术语按下列原则制定：

- 1 本专业系统通常使用与本规范关联度较大的术语；
- 2 在其他国标和行标中出现，而在本规范中赋予不同含义的术语；
- 3 虽然在其他国标和行标中出现，但在本规范中经常使用而且较重要的术语。

3 气象条件

3.1 环境温度

3.1.1 随着我国气象测量工作的开展，扩大收集气象资料的年限已具备条件，因此无轨电车架空接触网选用的气象条件应根据当地气象记录年限由不少于 10 年的气象资料，改为不少于 15 年的气象资料，并结合当地已有架空线路的运行经验确定。

3.1.2 本条是参考《铁路电力牵引供电设计规范》TB 10009 的规定和本行业多年经验制定的。

3.1.3 本条是对当地无可靠气象资料或是气象资料不全时，可参照我国典型气象区和典型气象区所列的数值对应确定，保证了设计时气象依据的合法性和灵活性，有利于设计的进行。

3.1.4 本条是确定最大风速时温度的规定。最大风速时的温度，根据各地区而异，即便是在同一个地区，也是有时高、有时低，很难选出合适的温度，根据对各地区设计工作的经验一般是选取风速大而出现次数较多月份的温度的平均值。根据我国气候特点，南北方不同；在北方多出现寒流风，宜取用冬、春季某个月的平均气温；在南方多出现台风，宜取用夏、秋某个月的平均气温。关于长江中下游及中原一带，受上述两种情况的影响，则应视具体情况而定。

3.1.5 本条是对接触线无垂度时温度的确定。接触线无垂度时温度的取值，根据经验一般采用比最高气温和最低气温的平均温度偏低，这样可以减小负垂度，增加正垂度，有利于改善接触线悬吊的运营状况。并参考苏联的设计文件接触线无垂度时的温度比最高、最低的平均温度低 10°C ；又参考《铁路电力牵引供电设计规范》TB 10009 规定，半补偿链形悬吊接触线无弛度时的温度，应较最高计算温度和最低气温的平均值小 5°C ；结合我国

城市无轨电车的具体情况车速不高和多年实践经验确定为：简单悬吊时比最高与最低气温的平均值偏低 10℃；弹性悬吊时比最高与最低气温的平均值偏低 5℃。

3.2 风 速

3.2.1 本条是对接触网设计，最大风速的规定，是参考《铁路电力牵引供电设计规范》TB 10009 - 2005 的规定“接触网的风偏设计风速，应采用空旷地区，离地面 10m 高处的 10min 自动记录 15 年发生一次的平均最大值”。参考《交流电气化铁道 接触网设计基础》（中国铁道出版社，1980）推荐的“接触网设计用的最大风速，应是采用距地面 10m 高处 15 年一遇的 10min 平均最大值”，并结合北京设计工作实际经验，对平原及沿海地区采用的是 15 年内每年最大值，按年份顺序排列为 1~5、2~6……11~15，分为 11 组，取每组最大值的平均值为最大设计风速；通过近 20 年的实践，证明本条规定是可行的。

3.2.2 本条是接触网线索覆冰时的风速。参考《铁路电力牵引供电设计规范》TB 10009 的规定确定的。原条文规定强风重冰区覆冰时的风速按 $V=15\text{m/s}$ 计算，可能与实际情况不符，为了接触网结构件设计的安全性，本次修改为强风重冰区覆冰时的风速应按调查数值取值。

3.3 冰 荷 载

3.3.1 本条是对接触网覆盖冰层的计算时实际取值的年份规定，是近似的计算覆冰厚度的方法，并参考了《高速电气化铁路接触网》（西南交通大学出版社，2003）。

3.3.2 本条是对接触网线索和覆冰重量的计算，实践证明是可行的。

4 设计

4.2 馈线网、接触网

4.2.1 本条是对无轨电车道路纵向坡度的规定，是参考《无轨电车供电网规划和设计》CJ/T 3011 的规定。并根据无轨电车运营经验确定的纵向坡度不宜大于 7%。

4.2.2 本条是通行无轨电车道路条件的最低规定，便于发展无轨电车，减少无轨电车工程的投资，新建和已改造的城市道路当然是宽敞的。本条还兼顾考虑尚未改造的城市道路发展无轨电车的可行性。

4.2.3、4.2.4 这两条是对林荫道路、树干侵入车道不能影响无轨电车通行和树枝净空高度的规定，是根据我国目前无轨电车车型通行限界和在林荫道路上运营经验确定的。

4.2.5、4.2.6 是对城市无轨电车直流系统标称电压和电压变化极限的规定：是引用了国际标准《电力牵引架空线路》IEC 913 电压的规定。

4.2.7 对馈线网、接触线网绝缘试验、保护性接地等方面所涉及的设计和建设的技术问题，给出了原则上的规定。

4.2.8、4.2.9 这两条是对无轨触线网不同推荐优先采用弹性悬吊，并给出不同悬吊形式允许的最高车速，适合于无轨接触网的悬吊形式，因城市道路交通速度一般不大于 60km/h。

4.2.10 本条是对接触线悬吊坡度的规定，本条的规定非常重要，它是考核接触网质量的主要条件。本条规定是参考国际标准《电力牵引架空线路》IEC 913 相关规定和多年来维修、保养接触网的经验确定的。

4.2.11 本条中第 1 款是确定选用斜摆式之字形架线的基本条件，当地区温度差在 40℃ 及以下时，根据线材的物理特性，接

触线的使用张力可以不进行调整，有利于线网的维修。当无轨电车运行线路途径的直道较短，弯曲道路较多，弯曲道路半径较大的街道，宜采用斜摆式悬吊，不仅有利于线网维修，同时可简化接触网的悬吊结构。

本条中第 2 款是确定选用链式悬吊接触线的基本条件，当地区温度差大于 40°C 时，因触线张力需进行季节性调整，而链式悬吊触线的季度调整，比其他悬吊方式简单易行。纵观链线悬吊的特点，弹性均匀，线网美观，适用于宽敞的直道线路和弯道较少的街道。

4.2.12 在接触网悬吊形式中硬性悬吊不如弹性悬吊的优点多，已成为世界各国研究的重点，在 20 世纪 50~60 年代包括中国的上海、北京、沈阳对硬性悬吊的部位改为弹性悬吊试验（如对弯道、回车环、回车场以及分线器、并线器、交叉器的悬吊），通过近 20 余年的试验证实，硬性悬吊形式和硬性悬吊点在接触网悬吊系统中不能不使用，它具有独特的作用，弹性悬吊不能代替。因此，特制定本条硬性悬吊的适用范围。

4.2.13 接触网相邻两悬吊点之间的跨距比，越接近越好，对控制触线垂度、弹性均匀、减少磨损，延长触线使用寿命是设计人员极为重要的任务，为此本条规定了触线相邻两悬吊点之间的跨距比，同时也是评价接触网好坏的主要依据。本条参考《交流电气化铁道 接触网设计基础》（中国铁道出版社，1980）、《铁路电力牵引供电设计规范》TB 1009 和多年来对线网维修、保养经验确定的。

4.2.14~4.2.16 规定电杆竖立位置和其基础外缘与基础市政设施的最小距离以及跨越无轨电车接触网的市政设施，都是根据实际使用情况，总结多年经验制定的。

4.2.17 本条规定无轨电车线路道路两侧，当集电杆脱险时，有可能触及的变压器、电缆头、刀闸、裸导线、霓虹灯广告等均应移除，或采取有效防护措施，是根据多年来由于集电杆脱线造成的事故和人身事故而制定的。

4.2.18 本条是对无轨电车线路通过桥梁、涵洞、净空高度的规定。是控制触线的高度不低于 4.90m。保持接触线的技术性能。这条是根据国际标准《电力牵引架空线路》IEC 913 和城镇建设行业标准《无轨电车供电网规划和设计》CJ/T 3011 规定确定的。

4.2.19 本条是对馈线、触线与绿化树冠和枝叶间距离的规定，是根据行业标准《城市无轨电车和有轨电车供电系统》CJ/T 1 的规定，和城镇建设行业标准《无轨电车供电网规划和设计》CJ/T 3011 规定确定的。绿化部门应保证在修剪周期内生长的枝叶与馈、接触线间的距离不小于上述规定数值。如绿化枝叶确已影响行车，应修剪。

4.2.20~4.2.22 对架空馈线与外界设施之间的安全距离的规定，和特殊情况交叉线路时，同杆架设其他线路横担之间最小距离的规定，是参考现行城镇建设行业标准《无轨电车供电网规划和设计》CJ/T 3011 规定，并结合多年来与外界配合工程中执行的实际情况而确定的。

4.2.23~4.2.25 对架空馈线在横担上排列以及正、负接触线排列的规定。当遇到特殊情况时，应根据馈线走向综合考虑确定排列顺序。

4.2.26 本条是接触线正、负中心线在直道上定位的规定，是总结多年来电车行驶轨迹的使用经验确定的。

4.2.27 本条是对车站处正、负触线中心线位置的规定，是根据集电杆长度不小于 6m 的情况下确定的。多年来使用的经验也证实，当车辆中心线偏离触线中心线 3.5m 以上时，触线会发生侧磨。为避免这种现象的发生，而制定本条。

4.2.28 本条是对直道触线与弯道触线衔接时触线位置的规定，是参考《高速电气化铁路接触网》（西南交通大学出版社，2003）和匈牙利、捷克、新西兰等国家接触网设计图实例中“其折角均不大于 7° ”，以及多年来设计经验和使用情况确定的。

4.2.29 本条是对弯道接触线位置的规定。由于不同车型的轮

距、轴距前悬和转向机构的不同，使车辆转弯半径与触线的偏离也不同。

4.2.30 本条是对弯道接触线内股正、负触线中心线位置与同侧道路路缘石的距离不宜小于 2.5m 的规定。仅适用于混合车道弯道线，不包括专用车道，这项规定的目的主要是防止当接触线维修、轮修时影响慢车道线车辆的通行。是多年来维修线网的经验确定的。

4.2.31 本条第 2 款横绷线支承型式是当年世界各国悬挂电车触线的主要支承形式，而本条是推荐横绷线的另一种支承方式，即“道路较宽可采用横绷线悬吊链线的方式”，经多年来的试用情况，证明可行的。

4.2.32 本条第 2 款本款是对单臂梁悬挂系统遇到杆距（60m~100m），杆距较大时采用双链线悬吊触线的规定，这种型式在北京已使用 30 余年，证明是可行的。

4.2.33 本条是对无轨电车接触网及复磨体底面在悬吊点处距地面的高度规定。现行国家标准城市无轨电车和有轨电车供电系统 CJ/T 1-1999 中规定：“悬吊点处触线或其他复磨体的离地高度应为 5m~5.5m”。应注意的是：1) 直线路段悬吊点处的最低点为 5.5m；2) 其他路段复磨体的最低点为 5.3m。

4.2.34 无轨电车接触线与铁路平交时（电气化铁路除外），触线最低与轨顶高度不应低于 5.5m，是根据现行国家标准《无轨电车供电网规划和设计》CJ/T 1 和现行行业标准《无轨电车供电网规则和设计》CT/T 3011 的规定确定的。

4.2.35 国际标准《电力牵引架空线路》IEC 913 规定：“触线导线距轨道平面最小高度为：专用道时为 4.4m；非专用道时为 4.8m”。应注意的是这个规定是触线的最低点，或其他复磨体的最低点，不是悬吊点的最低点；

4.2.36 本条是对架空馈线间距的规定。根据多年来的实际情况是确定的。

4.2.37 本条是对触线间距的规定。是根据国际标准《电力牵引

架空线路》IEC 913 的规定确定的。

本条中的第 2 款、第 3 款分别是直道、弯道同方向相邻两对触线中心线之间间距的规定，是多年来使用情况的总结，已成为在现行行业标准《城市无轨电车和有轨电车供电系统》CJ/T 1、《无轨电车供电网规则和设计》CT/T 3011 的规范条文。多年来无轨电车运行经验证明是可行的。第 4 款是对直道弯道、接触线两对正、负中心线间的距离不小于 3m 的规定，是根据多年来道路条件狭窄（道路宽在 9m~10m），通行无轨电车运行经验确定的，主要是防止当维修车辆（架线车）保养线网时不影响社会车辆的通行。

4.2.38 本条是对一条运营路线，考虑运行调度车辆的需要，可设置区间回车线的规定。是根据无轨电车运行经验确定的。

4.2.39 本条是对一对正、负接触线承担运营路线不超过两条，需要在 1km 内重复路线也不应超过三条路线的规定。是根据无轨电车接触网与电车路线配制情况运行经验确定的。当重复路线超过三条时：1) 对交通环节不利，区间无轨电车数量增加，线网电压降增大，车速下降；2) 接触网局部事故影响三条无轨电车路线的正常运行，甚至影响社会车辆的运行。

4.2.41 对任何道路断面内悬挂接触线的条数不应超过八条的规定，是根据多年来接触网设计、应用经验确定的。

4.2.42 本条是对接触线供电计算的要求，参照了国际标准《电力牵引架空线路》IEC 913 “导体的机械设计允许的最大摩擦规定的最小截面进行”；并根据多年来供电线网的应用经验确定。

4.2.43 本条中的第 1 款、第 2 款中，对分线器导舌转折角和并线角度的规定。参考了国内分线器导舌转折角，并线器的并线角使用情况确定的。本条的第 3 款以及第 4.2.44 条的第 2 款、第 4.2.45 条的第 2 款、第 4.2.46 条的第 4 款这四款分别是对分线器、并线器、交叉器、分段绝缘器的结构，不承受接触线张力的规定。于 1956 年在北京首先设计试用，到 20 世纪 70 年代我国的无轨电车城市基本上都采用了这种结构形式，经过 40 余年的

使用，证明是可行的。

本条第 7 款～第 9 款是根据多年来无轨电车运营经验和维修处理故障的经验确定的。

本条的第 10 款、第 4.2.44 条的第 5 款和第 4.2.45 第 3 款，分别是对分线器、并线器、交叉器角度定位线宜采用硬性悬吊的规定。是根据多年来线网运营和维修经验确定的。采用硬性定位悬吊比弹性定位悬吊的优点是：稳定性好，不受线网其他因素的影响，特别是对集电杆脱线后的冲击敲打抵御性强，可减少线网事故。

本条第 11 款和第 4.2.44 条的第 6 款是对 Y 型横绷线悬吊分线器、并线器时应设置在主横绷线侧的规定。是通过多年来的使用取得的经验证明，悬吊在主横绷线侧的分线器、并线器比在 Y 型支线侧，颤动性小，分线器、并线器的两个主体容易在一个平面上（高差比较小），集电靴通过时平稳，不易拖线，出现的事故少，因此特制定本条。

4.2.45 本条第 4 款，是对在运营线路上不宜使用 25° 及以下角度的交叉器组的规定。是根据北京地区多年来试用的经验证明：使用 25° 及以下角度的交叉器组时车辆行驶速度与集电靴的行驶速度相差太大，脱线的次数比一般角度的交叉器组高 5 倍～10 倍甚至还高，为了避免这种不良现象，特规定本条。

4.2.46 本条第 3 款，是对供电区段馈电计算的规定。根据多年来新建、扩建无轨线路供电设计经验确定的。

4.2.47 近几年城市道路的扩宽，越来越多的城市使用了捕捉器，特制定了架设标准。

4.2.53 本条是对电杆基础应与电杆级别相匹配的规定，是根据国际标准《电力牵引架空线路》IEC 913 规定制定的。

4.2.56 本条是对电杆负荷力矩达到电杆标准容量时应设置拉线的规定，是对设计工作的要求。目前设计工作中存在的问题是对电杆的综合负荷不进行计算，而是估算，因而出现电杆的利用不合理，浪费现象和超负荷，电杆倾斜后增补拉线，为避免上述倾

向特制定本条。

4.2.58 本条是对拉桩杆设坠线时拉桩杆坑底应有混凝土垫层；拉桩杆不设坠线时拉线杆应增设混凝土基础的规定。这项工作是在设计和施工之间的衔接部位，不引起重视往往出现质量缺陷；即拉桩杆下沉或拉桩杆倾斜，为改变这种缺陷，特制定本条。

4.2.63 本条是对单臂吊链线和接触线锚段长度的规定，是参考现行行业标准《铁路电力牵引供电设计规范》TB 10009 有关规定，以及对供电线网维修经验确定的。

4.2.66 是对供电线网防止过电压应设避雷器的规定。是参考国际标准《电力牵引架空线路》IEC 913 规定和多年来维修供电线网的经验制定的。

4.2.70 本条第 1 款电缆之间，电缆与其他设施之间平行和交叉时安全距离，是根据现行国家标准《电气装置安装工程电缆线路施工及验收规范》GB 50168 有关规定确定的。

本条第 2 款是对电缆埋置深度的要求。室外直埋电缆深度不应小于 0.7m，穿越农田不应小于 1m 的规定主要是防止电缆的机械破坏，由于我国地区气候条件不同，所以正文原则规定电缆应敷设在冻土层以下，当无法深埋时，应采取措施，无冻土层地区应遵守电缆埋深不低于 0.7m 的规定。

本条第 3 款直埋电缆的路径，不应有腐蚀性的物质、矿渣、石灰、瓦砾等是根据实际经验确定的。

本条中的第 4 款，在明沟河边容易遭到冲刷的地段，不宜敷设电缆的规定，是从实践中得到的经验总结而制定。

本条第 6 款，是引用现行行业标准《无轨电车供电网规划和设计》CJ/T 3011 规定。

4.2.71 是对电缆沟和电缆支架的设计要求，参照现行国家标准《电气装置安装工程电缆线路施工及验收规范》GB 50168 - 2006 有关规定和维修经验确定的。

4.2.72 本条第 1 款是敷设在经常受到振动的桥梁上的电缆应有

防震措施；以及进出桥两端应有保护管或保护罩的规定，参照现行国家标准《电气装置安装工程电缆线路施工及验收规范》GB 50168 - 2006 规定和多年来维修经验确定的。

本条第 2 款，是在木桥上和其他结构的桥梁上敷设电缆的规定。是多年来维修经验确定的。

本条第 4 款是参照现行国家标准《电气装置安装工程电缆线路施工及验收规范》GB 50168 - 2006 规定，悬吊架设的电缆与桥梁架构之间的净距不应小于 0.5m，和多年来维修经验确定的。

4.2.73 本条第 1 款是参考现行国家标准《电气装置安装工程电缆线路施工及验收规范》GB 50168 - 2006 的有关规定和多年施工及维修经验确定的。

本条第 2 款~第 4 三款是对电缆出入建筑物、隧道、道路、电缆上杆等地段应装置保护管的规定。是参照现行国家标准《电气装置安装工程电缆线路施工及验收规范》GB 50168 - 2006 的有关规定和多年施工及维修经验确定的。

4.3 接触网主要材料的安全系数

4.3.1 馈电线线材使用的安全系数，在具体选用时应根据当地的环境气象条件确定。本条规定的安全系数是根据北京地区多年来使用的情况，并参考（苏）KT 马克瓦尔特符拉索夫《接触网》（中国铁道出版社，1986）中有关额定安全系数的规定制定的。

4.3.2 本条是对铜接触线考虑磨损状况时确定的安全系数，是参考苏联铜接触线的安全系数不应小于 2.5；并参考我国现行国家标准《铁路电力牵引供电设计规范》TB 10009 - 2005 的有关规定：“铜接触线安全系数不应小于 2”的规定；结合我国城市接触线的使用情况和维修经验确定铜接触线安全系数为不小于 2.4。钢铝接触线组合形式的安全系数，根据磨损情况通过计算确定，不应小于 2.5。

4.3.3 接触网系统中镀锌钢绞线安全系数的规定，是根据产品

技术性能，并通过不同年份，不同结构型式的拉断试验和使用年限确定的，用于横绷线、弯道线、锚线、扒线的镀锌钢绞线安全系数不应小于 3.5；用于链线的镀锌钢绞线安全系数不应小于 3，这是多年来实践证明可用的参数。

4.3.4 本条是对高分子合成的塑胶、尼龙、环氧树脂绝缘子、瓷绝缘子等安全系数的规定，参照现行行业标准《铁路电力牵引供电设计规范》TB 10009 - 2005 有关规定“对玻璃钢绝缘子的抗拉安全系数为 2；对其他材质的绝缘件抗拉、抗弯的安全系数为 2.5。”根据北京使用的尼龙绝缘件，三聚氢氨绝缘件，以及布质酚醛层压板的交叉器等在设计时采用的安全系数为 3；已使用多年。比电气化铁路系统安全系数要高是因为无轨电车的集电杆脱线后经常敲击上述绝缘件；同时还应考虑到不同地区的污染程度及抗老化的性能还可酌情增加与减少。对针式、蝶式瓷绝缘子抗弯安全系数的规定，是参照现行行业标准《铁路电力牵引供电设计规范》TB 10009 - 2005 中“瓷棒式绝缘子（抗弯），瓷针式与瓷横担绝缘子（抗弯）安全系数不应小于 2.5”的规定，以及多年来使用安全系数为 2.5（抗弯）的经验制定的。

4.3.5 在确定钢结构件时应注意杆件的稳定性值即长细比不宜大于本条规定的值。该值是参照现行行业标准《城市无轨电车和有轨电车供电线网电杆》CJ/T 3 和现行行业标准《铁路电力牵引供电设计规范》TB 10009 中规定“钢结构构件的最大长细比不宜超过：1) 受压主杆最大长细比 150；2) 受压斜杆最大长细比 200”而确定的。

4.4 保养场、回车场和桥梁、涵洞接触网

4.4.2~4.4.4 根据无轨电车的特殊性及其接触网的使用要求，为了便于管理，保证无轨电车在场内正常停放，此三条为多年的保养场、回车场的使用经验。

4.4.5 根据无轨电车通过分线器、并线器、交叉器即分段绝缘器的车速使用规定，在试车用接触线网试刹车路段不应设置上述

设备。

4.5 架空馈线张力与垂度计算

4.5.1 架空馈线计算张力与温度的关系计算公式，是参照现行行业标准《无轨电车供电网规划和设计》CJ/T 3011 的公式，按导线基础状态方程推导的公式，多年来一直采用。

4.5.2 架空馈线计算张力与垂度的公式（是同一公式参数不同的计算），是多年来用来计算垂度的方法和利用垂度验证不同温度时张力大小的测量公式。

4.5.3 计算架空馈线支承点不等高时的垂度公式，是参照现行行业标准《无轨电车供电网规划和设计》CJ/T 3011 和以往习惯的计算方法确定的。

4.5.4 对钢索线、架空馈线等改变方向时折反力的计算公式，是参考《高速电气化铁路接触网》（西南交通大学出版社，2003）和现行行业标准《无轨电车供电网规划和设计》CJ/T 3011 中触线曲折张力计算公式以及多年来设计经验确定的，并已成为接触网计算的基本公式。

4.6 架空接触网受力计算

4.6.2 硬性接触网计算张力与温度的关系计算公式，是参照现行行业标准《无轨电车供电网规划和设计》CJ/T 3011 的公式，按导线基础状态方程推导的公式，多年来一直采用。

4.6.3 硬性接触网计算张力与垂度的公式（是同一公式参数不同的计算），是多年来用来计算垂度的方法和利用垂度验证不同温度时张力大小的测量公式。

4.6.4 硬性接触线支承点不等高时的垂度公式，是参照现行行业标准《无轨电力供电网规划和设计》CJ/T 3011 和以往习惯的计算方法确定的。

4.6.5 接触线等改变方向时折反力的计算公式，是参考《高速电气化铁路接触网》（西南交通大学出版社，2003）和现行行业

标准《无轨电车供电网规划和设计》CJ/T 3011 中触线曲折张力计算公式以及多年来设计经验确定的。已成为接触网计算的基本公式。

4.7 电车供电网电压降简单计算

4.7.1~4.7.6 在新建或扩建电车路线及线路增加车辆时，都应进行线网电压降计算，以保证无轨电车正常运行所需的电压标准。线网电压降包括：馈线网电压降和触线网电压降两部分。其中触线网电压降是随供电距离增加而增大。因此，既要计算线网的平均电压降又要核算线网末端的最大电压降。触线网电压降常因车辆密集、线网材料、导线截面、导线长度和供电方式等条件变化而有很大的差别。这里所采用的公式是经过多年工作经验总结的，通过施工及运行证明此方法是可行的。

5 施 工

5.1 施 工 准 备

5.1.1 设计文件是施工的依据，设计文件的优劣直接关系到工程质量的好坏，也直接影响工程的成本、工期等。因此，对设计文件进行认真、细致地熟悉工作，是拟定施工措施的重要环节，是施工单位进行施工准备不可或缺的工作。

5.1.2 施工调查是施工单位的一项重要准备工作，是制定实施施工计划的重要依据之一，是科学组织施工的先决条件。

由于城市无轨电车牵引供电线网工程与市政设施有着密切的联系，线网设计又没有固定的模式，给设计、施工带来了一定困难。实践也证实了尽管设计文件经过严格的审查，仍出现不符合现场的实际情况，甚至出现遗漏和不完整的地方。由此可见，施工调查的重要性。根据多年来的施工经验，列出了开工前应重点调查的项目，施工单位还可以根据线网工程的具体特点，提出相应的补充调查项目。

5.1.3 技术准备是落实设计文件、保证施工质量的基础。本条规定的是技术准备的基本要求，其目的是：一方面核对施工设计文件和施工技术资料是否齐全；另一方面是根据设计要求，落实施工技术方案。

5.1.4 由于我国区域辽阔，城市地区气候、地质条件不同，除主要仪器、仪表、量具和架线、放线专用工程车外，其他工具各地区均有所异，因此只做概括要求。

5.2 线网器材检验

5.2.1 无轨电车牵引供电线网所使用的器材大部分是我国大中型企业按国家标准，或行业标准生产的固定产品，而且具有正规

的检测手续和产品出厂合格证明。这样的产品经过多年使用，证明性能可靠，可以不再进行物理、化学性能的检测和试验，只作外观检查。

5.2.2 对原产品更换厂家和非标产品，均应按标准进行验收检测，同时，考虑科学技术不断发展，提倡开发新材料、新工艺、新产品，但必须经过试验，在符合以往使用产品的性能标准条件下，方可采用。

5.2.3 本条是依据多年来施工和维修中发生的问题，在总结经验的基础上提出的。关于超过保管期限、因保管运输不良而有变质损坏可能的，均属可直观判断；对原试验结果有怀疑的是指那些易受气候变化影响和不稳定的化学绝缘件及避雷器、电缆等，用外观难以估测的，一般在使用前应进行测试。

5.2.6 线网工程中对采用的线材在施工前进行外观检查，是许多无轨电车单位多年来行之有效的规定，是防止次、劣线材进入工程的主要措施。如果不检查，既浪费人力、物力，又影响线网质量。

5.2.7 线网工程中对采用的金具、配件，在施工前进行检查是多年的规定，是从施工、维修和处理架空、抢修事故中总结经验得出的。特别是触线网的悬吊配件是与触线槽接触，当无轨电车受流器采用集电靴时，悬吊结构的配合关系显得更为重要。

5.2.8 本条是对绝缘子、绝缘件的外观检查要求，是参考现行国家标准《电气装置安装工程 66kV 及以下架空电力线路施工及验收规范》GB 50173 的规定而制定。考虑到架空配电线路是属静态状况，只受自然气候影响，而接触网是属动态状况，不仅受自然气候影响，还受触线张力变化，触线被接触摩擦撞击的影响，因此对绝缘子的检查要求应更加严格。关于使用绝缘件的用语是由于近年来各大城市陆续出现非瓷质绝缘物，如玻璃钢、尼龙、三聚氢氨、酚醛等，形成两者并用的状况，为了将非瓷件绝缘物包括其中，统称绝缘件。

5.2.10 分线器主体进行组装调试和外观检查：分线器的结构和形式，目前还没有统一，该产品的标准也未制定，但要求功能是

一致的。本条的规定是根据各城市无轨电车企业内部的施工规范和使用要求共同的部分集中起来确定的。关于继电器启动电流的调试工作，国内也不统一，技术管理较强的单位有试验台，也有用电瓶，还有不调试的，本条规定启动值的范围是引用上海和沈阳的数值。

5.3 电杆基础与拉线

I 挖杆坑

5.3.2 本条规定是根据无轨电车触线网电杆受力特点和施工、维修经验制定的。

5.3.3 电杆现浇基础或卡盘基础外缘距其他设施的最小间距，是参考现行国家标准《电气装置安装工程 电缆线路施工及验收规范》GB 50168 的有关规定，以及北京地区多年来立杆施工中与其他市政单位实际配合公认的情况而确定的。

5.3.4~5.3.6 规定是根据多年来施工中遇到的实际问题及取得的经验而制定的，主要目的是防止窝工，延误工期，避免设备、人身事故的发生。

5.3.7 本条是对采用预制圆套管和现浇钢筋混凝土杯形孔的规定。

第1款、第3款是属通常要求。

第2款规定杯孔底面作混凝土层是为防止流砂；现浇杯孔允许上口孔壁加大50mm，使其向外倾斜是考虑内孔壁模板出模，和立杆时的倾斜要求而确定的。

II 装运电杆

5.3.8~5.3.10 这三条分别是对装卸、运输、堆放电杆、散放电杆时的规定。多年来的施工、验收情况也证实了竣工后的电杆有不符合本规范第5.2.4条及第5.2.5条的规定的现象，个别线路的区段甚至出现1%的损坏率。无轨电车供电网施工定额规定“电杆

损坏率为1%”。因此，装运问题应该引起重视。关于损坏原因：
1) 由于违反上述三条之一而形成；2) 由于违反施工程序或野蛮操作使施工荷载过大而造成。而前者情况又高于后者一倍。

III 立 杆

5.3.11 本条是立杆前验槽的规定，是无轨电车企业共同的规定。

5.3.12 我国城市规划要求无轨电车、电力、电信用的电杆，在同一路侧时必须合杆，因此特制定此条。

5.3.13 是参照现行国家标准《110kV~750kV 架空输电线路施工及验收规范》GB 50233 的规定制定的。

5.3.16 本条规定了立杆的要求。

第2款是指专为馈线用的支撑电杆，如馈线走向与触线同向，借用触线网张力电杆时，不在其列。

第3款~第5款要求是针对触线网电杆受力不同的三种情况确定的，其值确定是根据：

1 多年来行之有效的企业规范；

2 参照现行国家标准《电气装置安装工程 66kV 及以下架空电力线路施工及验收规范》GB 50173 规定，综合上述情况本条规定的倾斜率是可行的。

IV 拉 线

5.3.18 本条是对地锚埋设的要求。

第1款的规定是参照现行国家标准《电气装置安装工程 66kV 及以下架空电力线路施工及验收规范》GB 50173 的规定。

第2款的规定是埋设地锚的常规，主要目的是防止拉线承载后逐渐松弛。

第3款规定了施工操作条件，便于保证施工质量。

5.3.19 本条是对拉桩埋设的要求。

第1款规定“拉桩杆埋设深度不小于杆长的1/6，最浅不小

于1m”，这是电车企业施工规范行之有效的规定，现行国家标准《电气装置安装工程 66kV 及以下架空电力线路施工及验收规范》GB 50173 规定与本条要求也基本一致。

第 2 款规定“拉桩坑底应铺混凝土垫层，其厚度应为 50mm”是施工经验确定的，以防止桩杆折反压力过大而下沉。

5.3.21 拉线端部的固定的要求，是按目前两种通用的方法制定的。一种是第 2 款规定的绑扎法，它是电车企业多年来的施工作法。另一种是第 1 款采用 UT 型线夹及楔形线夹的固定，是电力系统近几年来使用的方法。

条文中的具体要求是引用现行国家标准《电气装置安装工程 66kV 及以下架空电力线路施工及验收规范》GB 50173 拉线安装的规定。

5.3.22 “拉线应装绝缘子，而且绝缘子距地面的高度不应小 2.5m”，这是吸取教训，总结经验制定的规定。在没有电力和照明裸线电杆的拉线本是可以不加绝缘子的，问题是以后该杆又架设了电力裸线，但拉线没有改装增加绝缘子，而发生漏电事故。因此在城市无轨电车的电杆拉线，不论该杆有无电力裸线均应安装绝缘子。而拉线穿裸导线时，其两端均应装置绝缘。

5.3.26 条文中的具体要求是引用现行国家标准《电气装置安装工程 66kV 及以下架空电力线路施工及验收规范》GB 50173 拉线安装的规定。

5.3.27 本条是对过街拉线高度的规定。根据现行国家标准《电气装置安装工程 66kV 及以下架空电力线路施工及验收规范》GB 50173 的规定，考虑电车触线的架设高度，规定的数值是基本要求，均应满足。

5.4 接触网支撑结构安装

I 一般规定

5.4.2 本条是对无轨电车供电线网系统测量安装箍高的规定。

第 1 款的规定是从多年来施工经验中取得的。特别是在杆位与触线位高差较大时，用目测难以估量，用本条规定作法效果更为显著，既保证施工质量，又减少返工调试工作。

第 2 款是两箍高差在 150mm 内时，可以并箍的规定。要求并箍时应是分力绷线箍向主绷线箍合并。通过计算和实践中证明，可上、下移。

5.4.3 本条是对无轨电车供电线网中使用的不同规格镀锌钢绞线端头固定的规定。目前采用两种方法：

第 1 款的用钢绞线卡子回头固定的方法也是目前通用的作法，其具体尺寸规定是根据同行多数单位执行规定确定的；

第 2 款的采用预绞丝固定的方法是目前新引用的作法，预绞丝与钢绞线应配套使用。

5.4.5 本条是对悬吊触线用的横绷线 Y 型、双 Y 型绷线、锚线、链线等打紧时施工偏差的规定。

5.4.6 高度不应小于 0.3m 的规定，是根据国内无轨电车企业的施工、保养规范中的统一要求确定的。在特殊地段情况下，如直道线加双弯道线，此要求很难达到，此时规定将跨越触线的横绷线绑扎绝缘。

II 横绷线安装

5.4.7 本条是对 Y 型、双 Y 型横绷线（包括单横绷线）的安装规定。第 5.4.7 条中第 1 款规定了横绷线和触线放位的要求，它是根据多数无轨电车企业多年来行之有效的作法确定的。第 5.4.7 条中第 2 款、第 3 款是放位，施工时的施工偏差是从实际工作中取得的数值，实践证明是可行的。

5.4.8 本条规定了分力钢圈距相邻触线中心的距离，是从国内各城市中实际执行情况集中起来的距离范围，同时本条规定在同一弯道上的距离应一致。

5.4.11 不符合本条要求时，该弯道的软档横绷线很难达到线网的质量要求，触线不可能在同一水平面上，或在允许的高差范围

内，因为软档横绷线只承受水平荷载，不承担重量；从施工要求考虑，由于允许弯道电杆位置偏差 5%，允许横绷线偏移 $\pm 0.1\text{m}$ ，允许触线偏差 $\pm 0.2\text{m}$ ，再由于设计平面布置图与实际地形的偏差，很难将原设计图样落实，同样也达不到线网的质量要求。

Ⅲ 单臂梁安装

5.4.12 本条对单臂在电杆上和单臂系统上安装紧固件方位的规定，是国内无轨电车单位多年来行之有效的规定。

5.4.13 本条是对悬挂单臂的拉条（该件有的地方用钢绞线，有的地方用圆钢，统称为拉条）穿越低压电力线的规定（拉条距电力线的最近距离不小于 150mm）。满足不了此要求时，可采用以下两种方法处理：

1 断绞线两端安装绝缘子；

2 将穿越电力线较近的拉条用套管进行绝缘绑扎，这是多年来的施工经验与实际作法。

5.4.15 单臂的翘起度为长度的 1.5%~2%是根据目前多数电车单位执行中的企业规定；现行行业标准《无轨电车供电网规划和设计》CJ/T 3011 也规定“单臂翘起一般以 1/75 为宜”。

5.4.16 本条根据施工经验确定。如果只按设计根据平面布置图确定的单臂长度进行安装，往往出现不符合实际甚至出现偏差过大，影响线网质量，本条规定将单臂长度的尺寸确定在立杆和放线位以后，从现场实际测得，避免由于立杆、放线位及地形不符带来的综合误差过大和返工，这样的程序有利于保证线网质量。

Ⅳ 链线安装

5.4.18 本条规定是对施放链线的要求，与本规范第 5.5.11 条放触线的要求基本一致，而放触线的要求更加严格。

制定本条的前提是，考虑在城市主要交通要道，而且不中断

交通。工序安排与要求均是从实践中遇到的问题，并吸取经验教训而确定的。

5.4.20 本条是对直道链线开档的要求。当道路为直道但个别区段有折角时，其链线卡箍距拉条卡箍的安装偏差 $\pm 25\text{mm}$ ，不在其列，但可参考使用，因为出现折角处，链线必须断开，由于折反角的大小不同，使链线卡箍的偏移量不同有时会大于 $\pm 25\text{mm}$ 的规定。

5.4.21 本条是对链线锚线安装的规定，包括单臂单链线、双链线；横线单链线，双链线锚线的安装，第 5.4.21 条中第 1 款是重申锚线位置的重要性，不要轻易变动以免影响当量区段内触线悬点的高度。

5.4.22 本条是对链线安装的要求，其规定的内容是依据国内电车各单位，在线网施工中的要求而确定的。关于第 5.4.22 条中第 3 款规定，目前国内无轨电车链式悬挂触线的形式有：平均悬挂、集中悬挂。还未有菱形悬挂，但电气化接触网已采用，国外无轨电车及轻轨快速车接触线网也已采用，故本规范考虑了发展需要，规定了菱形悬挂的形式。

5.4.23 本条是对圈链线安装的规定。圈链线多数用在单臂链线系统中弯道进出口，或横绷线与直道链线的过渡处。

5.5 接触网悬吊结构安装

I 一般规定

5.5.1 本条是对直道正、负触线悬吊用同一支撑物时（绝缘体除外），必须采用双重绝缘的规定。在弯道处正、负触线悬吊点之间的绝缘未作明确规定，原因是在 20 世纪 60 年代以前，国际上和国内无轨电车线网在弯道处正、负触线之间的绝缘，均使用绝缘棒、绝缘板等单级绝缘；20 世纪 60 年代以后，出现双重绝缘，目前大多数城市已采用双重绝缘。但仍有少数单位继续使用单级绝缘，国际上也仍有使用的情况，同时还存在着正、负交叉

器之间仍使用的是“单级绝缘”。因此本规范对弯道正、负触线悬吊点之间的绝缘未作具体规定。

5.5.4 本条规定是对接触线悬点处触线及复磨体底面距地面高度的要求。依据《城市无轨电车和有轨电车供电系统》CJ/T 1的宏观要求以及施工经验，从原则上进行考虑，确定施工允许偏差：

1 根据《城市无轨电车和有轨电车供电系统》CJ/T 1-1999的规定，“悬吊点处触线或其他复磨体的离地高度应为5m~5.5m”。这个规定是根据我国无轨触线网高度实际情况确定的，而《电力牵引架空线路》IEC 913规定，“接触导线距轨道平面最小高度为：专用道时为4.4m，非专用道时为4.8m”，但未作最高限制，因而我国的无轨触线目前实际情况均符合《电力牵引架空线路》IEC 913规定。

2 根据《城市无轨电车和有轨电车供电系统》CJ/T 1-1999规定，“悬吊点处或其他复磨体的离地高度应为5m~5.5m”，这个宏观要求有两个含义：

- 1) 悬吊点处的高度允许为5m~5.5m，根据各地区的具体情况，选择最宜高度，可定为5m、5.2m、5.4m等等；
- 2) 悬吊点处的最低高度为5m，最高悬点高度为5.5m，两个极值是各地区根据各地区的具体参数进行计算，确定悬吊处的高度，既满足《城市无轨电车和有轨电车供电系统》CJ/T 1规定，又符合《电力牵引架空线路》IEC 913的规定。本规范的规定是按此原则考虑的。

3 无轨电车接触线悬点高为5m~5.5m，公差带为0.5m，作为国标进行宏观控制或具体设计是可行的，留的裕度较宽；而施工要求则较松，造成线网既不美观又不能适应车辆速度的要求。为了解决这方面的不足，采用两相邻悬吊点的坡度（或称高差率）来控制。

4 本条各款规定的高度允许偏差值，是指施工作业偏差，不包括悬吊点使用的镀锌钢绞线和接触线由于气候、温度变化而引起悬吊点位置的移动量。位移量由具体设计确定，施工单位应注意此值，以便施工时科学合理地使用施工偏差值。

关于前后相邻两悬吊点高差允许的坡度，与车辆的行驶速度直接有关。为了保证施工质量，结合施工允许偏差和多年的施工经验，本规范提出“直道地段前后相邻档距悬吊点的坡度应小于5‰；路口，弯道地段前后档距悬吊点的坡度应小于8‰”的规定。该值的确定曾参考《电力牵引架空线路》IEC 913规定：“当车速60km/h时，最大坡度值为10‰”，现行行业《铁路电力牵引供电设计规范》TB 10009第5.1.5条规定：“接触线高度发生变化，其坡度不宜大于2‰，确实有困难时，允许采用4‰。”**5.5.5、5.5.6** 是经实验验证的规定。

II 悬吊安装

5.5.9 本条是对链式绝缘悬吊安装的规定，各款的要求是从多年的施工、运营、维修经验中取得的。

第1款不得用平均悬吊与集中悬吊插档互调，是指当设计规定按平均悬吊时，而施工中个别档距内悬吊点高度不符规定而改用集中悬吊；或当设计规定按集中悬吊时，而施工中个别档距内悬吊高度不符，又改用平均悬吊。

第2款、第3款规定是原则要求：原因是各地区使用的滑杆长度不同，具体设计当量区段长度不同，触线垂度施工温度不同，很难确定其他变量。关于绝缘悬吊在滑杆上最大移动量为1/2滑杆长与本条第4款直接有关，当大于1/2滑杆长度时，易出现倾斜。

5.5.10 本条是斜摆式悬吊安装的要求（包括横绷线斜摆和单臂斜摆）。各款的规定是取自电车单位施工、维修规范并行之有效的经验总结。

各地区的斜摆长度不同，控制的摆角不同和触线的曲折角不

同，因此施工单位应按具体设计进行。当使用间距小，摆边长时，为防止触线短路，必须增加绝缘球。在四边形斜摆形式上也有地区不使用上悬臂，只能要求上下悬臂应在同一投影面上。

III 接触线架设

5.5.11 本条是对放触线的规定，与本规范第 5.4.18 条放链线的要求基本一致。因为铜触线有线槽，单位重量比链线重，放线时要求监护人多，放线的长度也较短。这些规定是从施工经验中确定的。

5.5.13 本条是对触线拉紧的要求。接触线是供电线网中的重要部位，使用要求比较严格。特别是对触线使用张力的范围及施工时的张力，本条做了规定。本条第 2 款、第 3 款规定，均是电车单位使用多年的规定。

5.5.14 本条是对触线接线梗安装的要求，它是根据多年来施工维修经验制定的。

本条第 1 款、第 2 款，指的是同一位置，两个不同性质的偏差。第 1 款是要求两侧触线在接线梗中心对接位置的偏差含视差和作业误差；第 2 款是要求接线梗承载以后两侧触线在接线梗内最大蠕动的间隙。

IV 复磨体安装

5.5.15 本条是触线下复磨体连接时的要求，由于各地区复磨体形式及连接方式不同，统一要求也较困难。采用钢排及弹簧钢连接是用机加工的四孔连接板，它的加工偏差和安装偏差较小，要求间隙不大于 2mm；而采用椭圆管的地区，仅用椭圆管接芯，无固定装置，安装后的复磨体在集电靴运动下易出现蠕动，因此要求间隙不大于 3mm，本规定不会扩大机加工四孔连板的安装间隙。

5.5.17 本条是对椭圆管安装的要求，是根据使用椭圆管单位施工和维修规范确定的。

第 2 款要求椭圆管在弯道上的圆弧半径不得小于 1.6m，是由于目前使用的集电器（受流器）结构尺寸直接有关。

第 3 款要求椭圆管圆弧区段在偏离触线时，应分别采用不同长度的直角板悬吊固定。

第 4 款要求椭圆管接头应落在直线段上，是指弯道线两悬吊点之间的直线段。

V 接触线锚线安装

在 20 世纪 60 年代以前，我国的有轨电车、无轨电车供电接触网均装置触线锚线；到 20 世纪 60 年代中期，除东北三省以外，城市无轨电车供电接触网陆续不再装置触线锚线（分线器、并线器的甩头锚线除外）。造成这种状况的原因仍有争论。但北欧和苏联的无轨电车供电接触网、触线仍装置锚线，我国的铁路牵引供电接触网也要安装锚线，快速轻轨接触网，由于车速较快，也需装置触线锚线。

5.5.21、5.5.22 这两条是对单臂链线系统和横绷线系统安装触线锚线的要求，是根据过去施工情况和目前东北地区的使用经验，并参考了现行行业标准《无轨电车供电网规划和设计》CJ/T 3011 确定的。

5.6 枢纽设备安装

I 一般规定

5.6.2 “分线器或并线器应装在主横绷线侧”，这是根据多年来运营维修经验确定的，因为放置在分力横绷线侧，当集电靴通过时，颤动较大，影响靴头的顺利滑行。

5.6.5 本条是对分线器，并线器，交叉器，正、负触线交叉部位进行包扎绝缘的要求。目前各地区具体包扎工艺不同，但形式基本一致。

II 分线器安装

5.6.8 本条是对分线器组整体安装的要求，由于各地区分线器的结构不同，暂时又难统一，但功能一致，因此将各地区对分线器组施工保养中要求的共同部分进行集中，作为统一的规定。

III 并线器安装

5.6.9 本条是依据国内各地区对并线器安装方式的使用情况和国外对并线器安装方式的使用情况确定的。一般原则是那一个方向的车辆密度大那个方向带电；那一个方向的交通状况复杂，滑行条件较差，那个方向带电。本规范就是按上述原则考虑。在运营线路上，以弯道线交叉器带电为宜；在保养场内连续安装并线器组时，也可以直道线交叉器区带电。

IV 交叉器安装

5.6.11 本条是对交叉器角度定位线的要求，是根据多年来维修、抢修经验确定的。角度定位线距交叉器的距离越远，定位线的颤动就越大，影响集电靴在交叉器中的滑行。因此按正常情况以不大于5m为宜。

5.6.14 本条是对交叉器组触线交叉时，触线位置及包扎绝缘的要求，是根据电车单位施工及维修规范确定的。

5.6.15 本条是对悬吊交叉器装置的安装要求，是根据多年来实践证明行之有效的规定确定的。

第3款要求指的是两对正、负触线相交四个交叉器为一组的情况，在四边上任意相对的两边上悬吊。

5.6.16 本条是对交叉器组整体安装的要求，是根据施工维修经验确定的。本条是针对目前各地区使用的触线间距不同，交叉器的结构不同而提出的原则要求。但共性部分是不同角度的交叉器有不同组装的结构尺寸，往往在施工中出现代用配件，为了避免这种现象的发生，要求不得出现代用件。

V 分段绝缘器安装

5.6.18 本条规定分段绝缘器不应装在触线的折点处（弓型受流器除外）。因为无轨电车的受流器是靴型，当触线有折角时，分段绝缘器容易发生倾斜，靴型受流器通过时易发生冲撞造成脱线事故。

5.7 保养场、回车场和桥梁、涵洞接触网架设

I 保养场和保养车间内的接触网

5.7.7 本条是对车间内地沟上方触线安装的要求，是依据实践经验和参考现行行业标准《无轨电车供电网规划和设计标准》CJ/T 3011-1993 第 8.9 条“保养车间内的架空触线不应架设在地沟的正上方”的规定而制定的。

III 桥梁、涵洞接触网

5.7.12 本条是触线通过桥梁下和涵洞时，对触线及复磨高度的要求。

1 根据目前我国无轨电车使用的集电靴结构和集电杆压力特性以及多年来的运行经验，设计规定一般是触线悬吊点处的最低高度不宜低于 5m，触线最低点不宜低于 4.8m；

2 现行行业标准《无轨电车供电网规划和设计》CJ/T 3011-93 规定：“桥梁涵洞净空高度不低于 5.4m”是符合实际的，因为在这以下需要用 0.25m~0.3m 的空间作绝缘和防腐处理，以及带电作业时的安全距离，余下的空间高度即触线悬吊点的高度为 5.1m；

3 《电力牵引架空线路》IEC 913 规定：“接触导线在非专业用道上的距地最小高度值为 4.8m”，因此本条规定与《电力牵引架空线路》IEC 913 也是相符合的。

5.8 架空馈线

I 架空馈线走向与位置

5.8.1 本条是对馈线间距的要求。《城市无轨电车和有轨电车供电系统》CJ/T 1-1999 规定。“架空馈线间距不应小于 0.3m”，该值要求偏小，实际使用值为 0.4m；又参考《无轨电车供电网规划和设计》CJ/T 3011-93 规定：“架空馈线间距不应小于 0.3m，以 0.45m 为宜”。根据实际情况，本规范要求馈线间距不应小于 0.4m，即横担间距 0.45m 当馈线有近 30°角时，线间距接近 0.4m，这是设计上的一般要求。

5.8.3 本条是对架空馈线与外界设施之间安全距离的要求，是参考《无轨电车供电网规划和设计》CJ/T 3011-93 规定：“架空馈线与其他线路和非带电体之间的距离”，并结合多年来与外界配合执行的实际情况而确定的。

5.8.5 本条是对架空馈线在横担上排列位置的要求，是根据电车单位多年来执行的企业规范，并参考《无轨电车供电网规划和设计》CJ/T 3011—93 的规定：“馈线排列顺序应按靠人行道侧为负线，靠道路中心为正线”而制定的。

关于“无车道时”，是指没有正规道路，如胡同或田间地头路等。

5.8.6 本条是对分区馈线在横担上排列位置的要求，是依据电车企业施工维修经验确定的，是行之有效的。

II 馈线支撑结构安装

5.8.7 本条是对横担在电杆上安装方位的要求，是电车企业多年来使用的有效规定。

5.8.12、5.8.13 是对螺栓连接构件和螺栓穿入方向的要求，是根据无轨电车馈线网多年来的施工经验，并参考现行国家标准《电气装置安装工程 66kV 及以下架空电力线路施工及验收规范》

GB 50173 有关规定制定的。

5.8.15 本条是对馈线绝缘瓷瓶安装的要求，是根据施工维修经验确定的，可保证安全作业。

Ⅲ 施放馈线

5.8.16 本条是根据多年来放线经验确定的。

第1款要求，即可节约材料又节约工时；

第2款要求强调放线前必须装置滑车，不装滑车导线磨损严重，还会给施工带来困难。

本条的第4款～第7款是施放绝缘线的要求，在城市及人口密集区应架设绝缘线。

5.8.17 本条是对不同金属，不同绞向的导线在档距内连接的要求，是根据电车企业施工规定，并参考现行国家标准《电气装置安装工程 66kV 及以下架空电力线路施工及验收规范》GB 50173 的规定确定的。

5.8.18 导线接头距横担固定点的距离应根据设计时规定和无轨电车架空线网多年施工经验制定。

5.8.19 由于原规定的“当截面损伤在导电部分截面积的5%以内时，可不作敷线处理。”较为简单。现参考现行国家标准《电气装置安装工程 66kV 及以下架空电力线路施工及验收规范》GB 50173 制定的。“同一处”损伤截面是指该损伤处在一个节距内的每股铝丝沿铝股损伤最严重处的深度换算出的截面积总和。当单股损伤截面积达到直径的1/2时按断股论。

5.8.20 由于原规定的“馈线截面损坏不超过导电部分截面积的10%时，可用同种金属敷线补修，敷线的长度应超出损伤部分，两端各缠绕的长度不应小于100mm。”较为简单。现参考现行国家标准《电气装置安装工程 66kV 及以下架空电力线路施工及验收规范》GB 50173 的规定而制定的。

5.8.21 本条是对馈线严重松股的导线应剪断去掉重接的要求，及有损伤、缺陷等情况，但不可作修补处理的规定，是参考现行

国家标准《电气装置安装工程 66kV 及以下架空电力线路施工及验收规范》GB 50173 规定而制定的。

5.8.23、5.8.24 两条是对导线中直接头要求。由于无轨电车馈线导线截面积较大。我们一般不在档距内做中直接头，在张力杆处做断连。

5.8.25、5.8.26 是参考现行国家标准《电力金具通用技术条件》GB/T 2314 规定而制定的。

5.8.28 本条是对馈线拉紧时的要求，与第 5.4.5 条有关说明相同。本条第 3 款规定“在同一横担上，悬挂同金属不同截面的导线时，导线垂度应与大截面导线的垂度一致；小截面导线垂度较大时，应安装防晃圈”，是根据导线机械性能和使用经验确定的。

5.8.29 本条是对绝缘线绝缘层损伤处理的要求，是参考现行行业标准《架空绝缘配电线路施工及验收规程》DL/T 602 规定制定的。

5.8.30~5.8.32 是对绝缘线接头处理的要求，是参考现行行业标准《架空绝缘配电线路施工及验收规程》DL/T 602 的规定制定的。

5.8.33 本条是对液压法施工的要求，是参考现行行业标准《架空绝缘配电线路施工及验收规程》DL/T 602 的规定制定的。

5.8.34 本条是对辐射交联热收缩管护套的安装的要求，是参考现行行业标准《架空绝缘配电线路施工及验收规程》DL/T 602 的规定制定的。

5.8.35 本条是对预扩张冷缩绝缘套管的安装的要求，是参考现行行业标准《架空绝缘配电线路施工及验收规程》DL/T 602 的规定制定的。

IV 馈线过引线与固定绑扎

5.8.36、5.8.37 这两条分别对裸导线在固定时应缠与导线同金属的包带和绑扎用的绑线应采用与导线同金属的单股，直径不小

2mm 的要求。它是根据多年来的企业规定和使用经验制定的。

5.8.38 馈线在瓷瓶上的固定绑扎，本条仅作了原则规定，关于顶扎法、颈扎法、偏口扎法虽有不同，但效果一样，都是多年来行之有效作法。

5.8.39 本条是对过引线（弓子线）之间，过引线与主干线间连接的要求。其中的各款规定均是各电车企业的实际情况。关于第 5.8.39 条中第 4 款和第 5.8.39 条中第 5 款是同项内容，但作法不同，故并存。

V 馈电箱和馈入线安装

5.8.40 本条是对馈线系统中不同金属导线之间连接时的要求，提出应有可靠的过渡设备，防止电化腐蚀。目前通用的是铜铝过渡线夹。

5.8.43 本条是对杆上馈电箱及刀开关安装的规定，是根据电车供电单位安装使用的规定确定的。第 4 款是原则规定，待刀开关统一后再明确开合拉力。

5.8.44 落地馈电箱安装要求是参考上海电车供电所馈电箱安装规定确定的。

5.8.45 本条是对馈引线及悬吊安装的要求，均是电车供电单位多年来行之有效的规定。馈引线在横绷在线的悬吊采用线夹安装，既节省工时又美观，用橡皮线绑扎的悬吊可逐步取消。

5.8.46 本条是对馈入线的要求。

第 2 款要求馈入线与引线连接采用两种方法，是符合目前国内电车供电单位实际使用情况。本条推荐使用并钩线夹。

第 3 款要求馈入线应绕成内径为 $\phi 80\text{mm} \sim \phi 100\text{mm}$ 的弹性圈 2 圈~4 圈的规定，是多年使用已证实的有效做法，其他做法不再保留。

5.8.48 本条是对长单臂挂上下行触线时，馈引线安装的要求。

第 1 款要求馈引线应装在支撑架的针式瓷瓶上（均压线也是同样要求），在针式瓷瓶上用的馈引线、均压线均应是橡皮绝缘

线，防止无轨电车集电杆脱线出现短路事故。

5.8.49、5.8.50 这两条分别是双侧单臂及横绷线悬挂触线和长单臂挂上下行触线时，安装均压线的要求，即第 5.8.45 条，第 5.8.40 条安装要求相同，只是将馈引线部分换成均压线的作业内容。在图均压线安装形式中，有的地区不使用铜触线，而使用截面积 95mm^2 的橡皮铜绞线，这两种形式选用哪种均可。

5.9 避雷器安装

5.9.3~5.9.5 分别是对避雷器带电侧引线、地线侧引线和地线极规格的要求，是参考现行国家标准《电气装置安装工程 66kV 及以下架空电力线路施工验收规范》GB 50173 和无轨电车供电单位使用经验而确定的。

5.9.6 本条对地线极安装的要求“地线极埋设位置顺道路方向，地线钎间距为 $1.2\text{m}\sim 1.5\text{m}$ ”是多年来的实际做法。安装后的地线极应进行测试并有记录，接地电阻不得大于 10Ω 的要求是无轨电车供电单位多年来执行的规定。

5.9.9 本条是对避雷器安装的要求，包括羊角避雷器和金属氧化物避雷器，各款要求内容均属直观安装检查要求。

5.9.10 避雷器引线安装要求是参考现行国家标准《电气装置安装工程 66kV 及以下架空电力线路施工及验收规范》GB 50173 和无轨电车供电线网施工和维修经验制定的。

5.10 电缆线路安装

I 电缆敷设

5.10.3 由于无轨电车供电用的电缆截面较大，对敷设电缆时的弯曲半径要求比较严格。多年的施工和维修经验证明，电缆直径较大时弯曲半径不得小于直径的 25 倍。

5.10.4 电缆在无外界环境影响的条件下，自然使用寿命（保证绝缘良好条件）与当时的敷设温度直接有关。在 0°C 左右敷设的

电缆比 10℃ 以上敷设电缆，使用寿命短。

5.10.6 电缆之间、电缆与其他设施之间，平行和交叉时的最小距离的规定，是依据现行国家标准《电气装置安装工程电缆线路施工及验收规范》GB 50168 的有关规定和施工中与市政单位实际配合情况而确定的。

II 电缆管敷设

5.10.10 本条是对电缆管的要求，是从施工中总结的经验，在执行中，行之有效。放松对电缆管质量的要求，将给电缆敷设带来许多困难。

5.10.11 本条是根据无轨电车供电单位已使用的规定并参考现行国家标准《电气装置安装工程电缆线路施工及验收规范》GB 50168 的有关规定制定的。

5.10.12 本条是对引至设备和电缆出线管口位置的原则要求，提示施工时密切配合，避免返工。

5.10.14 本条是根据无轨电车供电单位已使用的规定并参考现行国家标准《电气装置安装工程电缆线路施工及验收规范》GB 50168 的有关规定而制定的。

第 4 款的规定非常重要，在施工时应由有经验的人员进行检查，避免电缆管敷设不规范给敷设电缆造成困难。

III 电缆支架安装

5.10.16 关于“在有坡道的隧道和电缆沟内安装支架时，应与隧道、电缆沟一致”是从电缆进出和施工操作方便考虑的。

IV 隧道内、沟道内和管道内电缆敷设

5.10.18 本条是无轨电车供电单位多年来行之有效的规定。关于对电缆绝缘检查应有记录，不仅是为了检查电缆是否合格，同时也为下道工序作准备及建立履历卡。

直流电缆投入运行前的耐压试验，在 20 年前一般要求进行，

但经过多年的运行经验证实，出厂合格的电缆在投入使用前不必再进行耐压试验。仅遥测绝缘即可，待使用几年后再进行耐压试验。

5.10.20 电缆排列的要求是根据现行国家标准《电气装置安装工程电缆线路施工及验收规范》GB 50168 - 2006 的有关要求确定的。

第3款要求“不同电压的电缆因特殊情况交叉时，在交叉处应设绝缘隔板”是多年的维修经验。

5.10.24 无轨电车供电单位在使用电缆的地段均有标志牌，但在安装的地段，标志牌的注明内容还较粗略，为了统一要求，参考现行国家标准《电气装置安装工程电缆线路施工及验收规范》GB 50168 的有关规定，制订本条。

5.10.29 本条的第1款、第2款两款比较重要，施工中应严格按此规定执行。第3款、第4款两款为原则要求，是根据施工经验确定的。

V 桥梁上电缆敷设

5.10.34 本条是对桥梁上采用悬吊电缆时的要求，是根据施工经验并参考现行国家标准《电气装置安装工程电缆线路施工及验收规范》GB 50168 的有关规定制定的。

VI 直埋电缆敷设

5.10.35 本条是对电缆埋置深度的要求。由于我国地区的气候条件不同，所以正文第5.10.35条中第2款原则要求电缆应埋设在冻土层以下，当无法深埋时，应采取措施。

5.10.36、5.10.37 这两条分别对电缆槽的坡度和宽度的要求，是参考《电力工程安装图集》JD 5 - 105 和无轨电车供电网工程施工定额有关规定确定的。

5.10.38 本条规定直埋电缆遇到有腐蚀性土壤的环境应进行换土，或采取保护措施，它是根据实际经验确定的。

5.10.45 地下电缆覆盖前，必须有专人检验测绘，目的是及时汇集城市地下管网档案，同时还应经过设备管理人员的测绘纪实后，再进行回填。这是根据施工、维修经验制定的。

Ⅶ 电缆接头和终端头

5.10.49 制作电缆接头和终端头的人员应是经过专业培训，熟悉工艺的人员进行。这是从实践中确定的。

5.10.50 本条是对电缆接头、终端头的制作要求。由于电缆种类较多，各地区的制作工艺也存有差异，各有自己的工艺规程，因此暂不作统一规定。同时，新技术新工艺又不断发展，所以本条仅规定了制造电缆头和终端头的环境要求。

6 验 收

6.1 供电线网工程验收

6.1.1~6.1.4 根据下列原则确定：

1 根据接触网、馈线网的结构特点，对各组成部分的关键部位和对供电质量、使用性能直接有影响的项目进行检查；

2 按国家现行的有关标准与供电线网工程实际相对应的部位进行检查；

3 供电线网工程的绝缘系统；

4 为保证电车的正常运行，受流器与触线网接触的悬吊系统；

5 供电线网内部之间和供电线网与外界市政设施之间的安全距离；

6 供电线网的保护系统；

7 隐蔽工程和与建立技术档案直接有关的项目；

8 对供电质量、使用性能无直接影响的规定在验收检查时可作一般要求。

6.1.15~6.1.18 对送电通车试运行的程序要求，是根据多年试运行经验确定的。

6.2 竣工交接

6.2.1 基本建设工程的竣工交接是全面考核建设成果，检验设计和施工质量的主要环节。做好竣工交接可促进建设工程及时投产，发挥社会效益和经济效益。

6.2.2 本条是对施工单位编好竣工档的要求。为保证工程质量，对施工单位编好竣工文件提出了要求。

6.2.3 本条是对交接档内容的要求，是无轨电车供电单位根据设备档案管理的要求确定的。