

天津市工程建设标准

DB

DB29-188-2008

J 11242-2008

天津市路灯设施建设运行技术标准

Technical Standard for Construction and Operation

Of Tianjin Streetlights Installation

2008-07-09 发布

2008-09-01 实施

天津市建设管理委员会

天津市建设管理委员会文件

建科教[2008]626号

签发人 张连选

关于颁布《天津市路灯设施建设 运行技术标准》的通知

各有关单位：

为确保天津市道路照明为各种车辆的驾驶人员以及行人创造良好的视觉环境，达到保障交通安全，方便人民生活 and 美化城市环境的目的，天津市路灯管理处按照市建委《关于下达 2007 年度天津市建设系统第一批工程建设标准编制计划的通知》（建科教[2007]1243 号）要求，编制完成《天津市路灯设施建设运行技术标准》。经我委组织专家审定，现批准《天津市路灯设施建设运行技术标准》（DB29-188-2008）为我市地方工程建设标准。自 2008 年 9 月 1 日起在我市施行。

各相关单位要认真执行本标准，施行工程中有不明之处及修改意见请及时反馈给天津市路灯管理处。

本标准由天津市建设管理委员会负责管理。

本标准由天津市路灯管理处负责具体技术内容的解释。

本标准由天津市建设教育培训中心负责征订和发行，任何单位和个人不得翻印和复制。

特此通知

天津市建设管理委员会
二〇〇八年七月九日

前 言

为规范天津市道路功能性照明设施的统一建设和运行管理,充分发挥照明功能,创建经济繁荣、社会和谐、环境优美的宜居生态型新城区,实现科学发展、和谐发展、率先发展,美化津城、靓化津城的目标,在天津市建设管理委员会的组织下,由天津市路灯管理处负责,在认真总结国内外科研成果和大量实践经验,并广泛征集意见的基础上,特制定本技术标准。

本标准的主要技术内容是:1.总则;2.术语;3.路灯工程建设;4.路灯运行维护管理;5.路灯节能;6.路灯监控终端选用。

本标准由天津市建设管理委员会负责管理,由主编单位负责具体技术内容的解释。请各单位在执行过程中总结实践经验,随时将有关意见和建议反馈给天津市路灯管理处(地址:天津市河东区华昌道41号,邮编:300151,电话:24340230)

主 编 单 位 : 天津市路灯管理处

主要起草人: 温 涛 黄泽一 贾竞一 泰建民 周 琨
崔阴梧 杨沂升

目 次

1 总则	1
2 术语	2
3 路灯工程建设	7
3.1 一般规定	7
3.2 路灯主要电气设备选型	14
3.3 路灯工程施工技术和验收	16
4 路灯运行维护管理	46
4.1 运行维护原则	46
4.2 路灯设备运行	46
5 路灯节能	48
5.1 路灯节电器选用要求	48
5.2 单灯节能	49
5.3 半夜灯节能	50
5.4 供电线路节能	51
5.5 节能标准	51
6 路灯监控终端选用	53

1 总 则

1. 0. 1 为确保天津市道路照明为各种车辆的驾驶人员以及行人创造良好的视觉环境，达到保障交通安全，方便人民生活 and 美化城市环境的目的，指定本标准。
1. 0. 2 本标准适用于天津市新建、扩建和改建的城市道路照明的设计、施工、运行维护和管理。
1. 0. 3 道路照明的设计施工、设备选型应按照安全可靠、技术先进、经济合理、节能环保、维修方便的原则进行。
1. 0. 4 道路照明的设计施工及运行管理除应符合本标准外，尚应符合国家现行有关标准的规定。

2 术 语

2. 0. 1 城市道路 urban road

在城市范围内,供车辆和行人通行的、具备一定技术条件和设施的道路。按照道路在道路网中的地位、交通功能以及对沿线建筑物和城市居民的服务功能等,城市道路分为快速路、主干路、次干路、支路、居住区道路。

2. 0. 2 快速路 express way

城市中距离长、交通量大、为快速交通服务的道路。快速路的对向车行道之间设中间分车带,进出口采用全控制或部分控制。

2. 0. 3 主干路 major road

连接城市各主要分区的干路,采取机动车与非机动车分隔形式,如三幅路或四幅路。

2. 0. 4 次干路 collector road

与主干路结合组成路网、起集散交通作用的道路。

2. 0. 5 支路 local road

次干路与居住区道路之间的连接道路。

2. 0. 6 居住区道路 residential road

居住区内的道路及主要供行人和非机动车通行的街巷。

2. 0. 7 常规照明 conventional road lighting

灯具安装在高度通常为 15m 以下的灯杆上,按一定间有规律地连续设置在道路的一侧、两侧或中间分车带上进行照明的一种方式。采用这种照明方式时,灯具的纵轴垂直于路轴,使灯具所发出的大部分光射向道路的纵轴方向。

2. 0. 8 高杆照明 high mast lighting

一组灯具安装在高度大于或等于 20m 的灯杆上进行大面积照明的一种照明方式。

2. 0. 9 半高杆照明(也称中杆照明) semi-high mast lighting

一组灯具安装在高度为 15~20m 的灯杆上进行照明的一种照明方式。

2. 0. 10 截光型灯具、半截光型灯具 cut-off luminaire、semi-cut-off luminaire

截光型灯具是灯具的最大光强方向与灯具向下垂直轴夹角在 0° ~ 65° 之间, 90° 角和 80° 角方向上的光强最大允许值分别为 10cd/1000lm 和 30cd/1000lm 的灯具。

半截光型灯具是灯具的最大光强方向与灯具向下垂直轴夹角在 0° ~ 75° 之间, 90° 角和 80° 角方向上的光强最大允许值分别为 50cd/1000lm 和 100cd/1000lm 的灯具。

不管光源光通量的大小,灯具在 90° 角方向上的光强最大值不得超过 1000cd。

2. 0. 11 非截光型灯具 non-cut-off luminaire

灯具的最大光强方向不受限制, 90° 角方向上的光强最大值不得超过 1000cd 的灯具。

2. 0. 12 泛光灯 floodlight

光束扩散角(光强为峰值光强的 1/10 的两个方向之间的夹角)大于 10° 作泛光照明的投光器。通常可转动并指向任意方向。

2. 0. 13 灯具效率 luminaire efficiency

在相同的使用条件下,灯具发出的总光通量与灯具内所有光源发出的总光通量之比。

2. 0. 14 维护系数 maintenance factor

照明装置使用一定时期之后,在规定表面上的平均照度或平均亮度与该装置在相同条件下新安装时在同一表面上所得到的平均照度或平均亮度之比。

2. 0. 15 灯具的安装高度 luminaire mounting height

灯具的光中心至路面的垂直距离。

2. 0. 16 灯具的安装间距 luminaire mounting spacing
沿道路的中心线测得的相邻两个灯具之间的距离。
2. 0. 17 悬挑长度 overhang
灯具的光中心至邻近一侧缘石的水平距离，即灯具伸出或缩进缘石的水平距离。
2. 0. 18 路面有效宽度 effective road width
用于道路照明设计的路面理论宽度，它与道路的实际宽度、灯具的悬挑长度和灯具的布置方式等有关。当灯具采用单侧布置方式时，道路有效宽度为实际路宽减去一个悬挑长度。当灯具采用双侧（包括交错和相对）布置方式时，道路有效宽度为实际路宽减去两个悬挑长度。当灯具在双幅路中间分车带上采用中心对称布置方式时，道路有效宽度就是道路实际宽度。
2. 0. 19 诱导性 guidance
沿着道路恰当地安装灯杆、灯具，可以给驾驶员提供有关道路前方走向、线型、坡度等视觉信息，称其为照明设施的诱导性。
2. 0. 20 路面平均亮度 average road surface luminance
按照国际照明委员会（简称 CIE）有关规定在路面上预先设定的点上测得的或计算得到的个点亮度的平均值。
2. 0. 21 路面亮度总均匀度 overall uniformity of road surface luminance
路面上最小亮度与平均亮度的比值。
2. 0. 22 路面亮度纵向均匀度 longitudinal uniformity of road surface luminance
同一条车道中心线上最小亮度与最大亮度的比值。
2. 0. 23 路面平均照度 average road surface illuminance
按照 CIE 有关规定在路面上预先设定的点上测得的或计算得到的各点照度的平均值。
2. 0. 24 路面照度均匀度 uniformity of road surface illuminance
路面上最小照度与平均照度的比值。
2. 0. 25 路面维持平均亮度（照度） maintained average luminance(illuminance)of road surface
即路面平均亮度（照度）维持值。它是在计入光源计划更换时光通量的衰减以及灯具因污染造成效率下降等因素（即维护系数）后设计计算时所采用的平均亮度（照度）值。
2. 0. 26 眩光 glare
由于视野中的亮度分布或亮度范围的不适宜，或存在极端的对比，以致引起不舒适感觉或降低观察目标或细部的能力的视觉现象。
2. 0. 27 失能眩光 disability glare
降低视觉对象的可见度，但不一定产生不舒适感觉的眩光。
2. 0. 28 阈值增量 threshold increment
失能眩光的度量。标示为存在眩光源时，为了达到同样看清物体的目的，在物体及背景之间的亮度对比所需要增加的百分比。
2. 0. 29 光通量 luminous flux
光源在单位时间内向周围空间辐射的能引起视觉反应的能量，即可见光的能量。
2. 0. 30 照度 illuminance
表示被照面上光的强弱，以被照场所光通的密度来表示。
2. 0. 32 环境比 surround ratio
车行道外边 5m 宽的带状区域内的平均水平照度与相邻的 5m 宽车行道上平均水平照度之比。
2. 0. 33 交会区 conflict areas

是指道路的出入口、交叉口、人行横道等区域。在这种区域，机动车之间、机动车和非机动及行人之间、车辆与固定物体之间的碰撞有增加的可能。

2. 0. 34 （道路）照明功率密度 lighting power density (of road surface)

单位路面面积上的照明安装功率（包含镇流器功耗）

2. 0. 35 远动终端 remote terminal unit

由主站监控的子站，按规约完成远动数据采集、处理、发送、接收以及输出执行等功能的设备。

3 路灯工程建设

3.1 一般规定

3.1.1 道路分类

根据道路使用功能,城市道路照明可分为主要供机动车辆使用的机动车道路照明和主要供非机动车和行人使用的人行交通道路照明两类。依据现行的《城市道路照明设计标准》(CJJ45),结合天津市城市道路实际情况,将道路分为主干道(含快速路)、次干道、支路三级。

3.1.2 机动车道路照明应满足路面平均亮度(或路面平均照度)、路面亮度总均匀度和纵向均匀度(或路面照度均匀度)、眩光限制、环境比和诱导性等评价指标。各级道路照明标准见表 3.1.2。

表中所列的平均照度仅适用于沥青路面,若为水泥混凝土路面,其平均照度值可相应降低约 30%。

表 3.1.2 机动车道路照明标准值

类型	道路级别	路面亮度		路面照度		眩光限制 阈值增量 TI(%) 最大初始值	环境比
		平均亮度 Lav(Cd/m ²)	总均匀度/ 纵向均匀度	平均照度 Eav(lx)	均匀度 Emin/Eva		
I	快速路、 主干道、 迎宾路、 行政和商业中心的 道路、大型交通枢 纽等	1.5~2.0	0.4/0.7	20~30	0.4	10	0.5
II	次干道	0.75~1.0	0.4/0.5	10~15	0.35	10	0.5
III	支路	0.5~0.75	0.4/-	8~10	0.3	15	

3.1.3 人行交通道路照明应满足路面平均照度、路面最小照度以及垂直照度等评价指标,标准见表 3.1.3。

表 3.1.3 人行交通道路照明标准值

夜间行人 交通量	区域	维持平均水平照度 (lx)	最小水平照度 (lx)	最小垂直照度 (lx)
交通量大	商业区	20	7.5	4
	居住区	10	3	2
交通量中	商业区	15	5	3
	居住区	7.5	1.5	1.5
交通量小	商业区	10	3	2
	居住区	5	1	1

3.1.4 交会区照明宜采用照度作为评价指标。交会区的照明标准值应符合表 3.1.4 的规定。

表 3.1.4 交会区域道路照明标准值

交会区类型	路面平均照度 E_{av} , (lx), 维持值	照度均匀度 UE	眩光限制
主干路与主干路交会	30/50	0.4	在驾驶员观看灯具的方位角上, 灯具在 80° 和 90° 高度角方向上的光强分别不得过 30cd/1000lm 和 10cd/1000lm
主干路与次干路交会			
主干路与支路交会			
次干路与次干路交会	20/30		
次干路与支路交会			
支路与支路交会			

3. 1. 5 表 3.1.2、3.1.3、3.1.4 中规定的平均亮度（或照度）值均为维持值，新安装光源、灯具的道路，其路面的初始亮度（或照度）值应相应提高 30%。

3. 1. 6 常规照明灯具布置

常规道路照明布置的五种基本方式：

- 单侧布灯；
- 双侧交错布置；
- 双侧对称布置；
- 中心对称布置；
- 悬索布置方式。

新设或改造后的道路路宽在 15m 以内（混合车道）采用单侧布灯；路宽在 15m 以上，分车道双隔离带应采用双侧（在隔离带）布灯方式（对称或交错）；当中有一个隔离带采用一排双挑式灯；无隔离带在便道距侧石 0.5m 双侧布灯方式（对称或交错）；在行道树多、遮光严重的道路或楼群区难以安装灯杆的狭窄街道，可选择横向悬索布置方式；采用常规照明方式时，灯具的配光类型、布灯方式、安装高度和间距应满足表 3.1.6 的规定；

灯具的悬挑长度不超过安装高度的 1/4，灯具的仰角不应超过 15 度。

表 3.1.6 灯具的配光类型、布灯方式与安装高度、间距的关系

灯具配光类型	截光型		半截光型		非截光型	
	安装高度 H (m)	间距 s (m)	安装高度 H (m)	间距 s (m)	安装高度 H (m)	间距 s (m)
单侧布置	$H \geq 1W_{eff}$	$s \leq 3H$	$H \geq 1.2W_{eff}$	$s \leq 3.5H$	$H \geq 1.4W_{eff}$	$s \leq 4H$
交错布置	$H \geq 0.7W_{eff}$	$s \leq 3H$	$H \geq 0.8W_{eff}$	$s \leq 3.5H$	$H \geq 0.9W_{eff}$	$s \leq 4H$
对称布置	$H \geq 0.5W_{eff}$	$s \leq 3H$	$H \geq 0.6W_{eff}$	$s \leq 3.5H$	$H \geq 0.7W_{eff}$	$s \leq 4H$

注： W_{eff} 路面有效宽度。

1 平面交叉路口的照明应符合下列要求：

1) 平面交叉路口的照明水平应符合本标准第 3.1.4 节的规定，且交叉路口外 5m 范围内的平均照度不宜小于交叉路口平均照度的 1/2；

2) 交叉路口可采用与相连道路不同色表的光源、不同外形的灯具、不同的安装高度或不同的灯具布置方式；

3) 十字交叉路口的灯具可根据道路的具体情况，分别采用单侧布置、交错布置或对称布置等方式。大型交叉路口可另行安装附加灯杆和灯具，并应限制眩光。当有较大的交通岛时，可在岛上设灯，也可采用高杆照明；

4) T 形交叉路口应在道路尽端设置灯具（图 3.1.6-1）；

5) 环形交叉路口的照明应充分显现环岛、交通岛和路缘石。当采用常规照明方式时，

宜将灯具设在环形道路的外侧（图 3.1.6-2）。

2 曲线路段的照明应符合下列要求：

1) 半径在 1000m 及以上的曲线路段，其照明可按照直线路段处理；

2) 半径在 1000m 以下的曲线路段，灯具应沿曲线外侧布置，并应减小灯具的间距，间距宜为直线路段灯具间距的 50%~70%（图 3.1.6-3），半径越小间距也应越小。悬挑的长度也应相应缩短。在反向曲线路段上，宜固定在一侧设置灯具，产生视线障碍时可在曲线外侧增设附加灯具（图 3.1.6-4）；

3) 当曲线路段的路面较宽需采取双侧布置灯具时，宜采用对称布置；

4) 转弯处的灯具不得安装在直线路段灯具的延长线上（图 3.1.6-5）；

5) 急转弯处安装的灯具应为车辆、路缘石、护栏以及邻近区域提供充足的照明。

3 道路及其相连的特殊场所照明设计要求，参照《城市道路照明设计标准》（CJJ45）执行。

3.1.7 对城市中的重要道路、交通枢纽及人流集中的广场等区段的照明应采用双电源供电。每个电源均应能承受 100% 的负荷。

3.1.8 居住区道路照明

1 居住区人行交通道路的照明应使行人能发现路面上的障碍物，相遇时能彼此识别面部，有助于行人确定方位和辨别方向，其照明水平应符合本标准的要求，不宜过高；

2 居住区及其附近的照明，灯杆位置、光源和灯具及其照明方式的选择要恰当，灯具安装高度应大于 3m；路灯照明灯具可采用功能性与装饰性灯具两种，其中功能性灯具采用截光型或半截光型，密封性能好的灯具，装饰性灯具选择应与小区环境、建筑物相匹配，光线照射角度应进行有效控制，并使其符合相关标准的要求；

3 居住区路灯照明光源应选择小功率的气体放电灯，宜使用高压钠灯、小功率金属卤化物灯；

4 居住区的路灯应采取常规照明方式布灯。路宽在 10m 以内的道路，其灯杆的高度不应超过 10m 的金属灯杆为最佳。

3.1.9 道路植物绿化与道路照明

1 新建道路种植的树木不应影响道路照明功能。植树时，园林绿化管理部门应和路灯管理部门充分协商，合理选择树种，确定适宜的种植位置，以避免或减少日后树木对道路照明的影响；

2 扩建和改建的道路，在路灯地下管线和设备附近不宜挖掘种植树木，对影响照明效果的树木进行移植，避免影响路灯设备的安全运行；

3 对市区内现有的道路树木严重影响道路照明功能的路段，路灯管理部门和园林绿化管理部门应充分协商，由园林绿化管理部门负责定期修剪树叶，以消除或减少对灯光的遮挡。

3.1.10 高杆灯照明

1 采用高杆灯照明方式时，应合理选择灯杆、灯架、灯具的结构形式及其配置方式，并合理确定灯杆安装位置、高度和间距以及灯具最大光强的投射方向；

2 灯具的配置方式有平面对称，径向对称和非对称三种。宽阔道路宜采用平面对称配置方式，广场和道路布置紧凑的立体交叉宜采用径向对称配置方式；多层大型立体交叉或道路分布很广很分散的立体交叉宜采用非对称配置方式；

3 灯杆不允许设在危险地点或维护时会严重妨碍交通的地方，中心对称布置的形式主要适用于非机动车道路；

4 采用普通截光型路灯按平面对称式配置灯具的高杆灯，其间距和高度之比 3:1 为宜，不应超过 4:1。采用泛光灯按径向对称式配置灯具的高杆灯，其间距和高度之比 4:1 为宜，采用泛光灯按非对称式配置灯具的高杆灯，间距和高度之比可适当放宽些；

- 5 灯具的最大光强方向和垂线夹角不宜超过 65 度；
- 6 市区设置的高杆灯应在满足照明功能要求的前提下力求做到与环境协调。

3. 2 路灯主要电气设备选型

3. 2. 1 设备选型通用要求

1 资质要求

所选用的产品应通过国家有关部门授权核准的检测中心进行的型式试验。

2 环境技术条件要求

设备环境技术条件，见表 3.2.1

表 3.2.1 环境技术条件参数表

序号	项目	技术参数
1	海拔高度	<1000m
2	环境温度	
3	多年极端最高温度	50℃
4	多年极端最低温度	-25℃
5	日照（风速 0.5m/s）	0.1W/cm ²
6	覆冰厚度	20mm
7	最大风速（注 1）	34m/s
8	最高相对湿度（25℃时）	≤95%
9	抗地震能力（注 2）	
10	水平分量	0.2g
11	垂直分量	0.1g
12	最大日温差	25K
13	噪音水平（注 3）	85dB（连续性）90dB（非连续性）

注：1. 取离地 10m 高，30 年一遇，10min 平均最大风速。

2. 天津地区一般地震烈度不超过 8 度，个别地区经专题调研论证后可提高要求。

3. 输变配电设备噪音水平除满足上表所示最低要求外，还应满足当地规划部门环境影响评价要求。

4. 本表为变配电设备相关环境技术条件。

3. 2. 2 路灯主要电气设备选用应参考附录 A 所列出的相关标准，另外还应满足以下要求：

1 变压器

1) 路灯变压器宜采用三相变压器供电，不宜采用地埋式变压器；

2) 路灯变压器应采用节能型变压器。

2 电缆

1) 电缆的选型要求：

——10kV 高压电缆截面不应小于 3×50mm²；电缆绝缘必须选用交联聚乙烯绝缘；
电缆的内护套采用挤压型线形低密度聚乙烯护套；

——低压电缆的主绝缘为交联聚乙烯；电缆的外护套为聚氯乙烯；中性线的截面不应小于相线的导线截面，且应满足不平衡电流及谐波电流的要求。

2) 电缆附件技术要求：

——电缆附件额定电压：1kV（U_m=1.2kV）—35kV（U_m=40.5kV）

——导体最高工作温度：正常运行温度：90℃

短路时（最长持续 5s）温度：250℃

——电缆附件具有良好的绝缘、密封性能和导体连接性能，容易安装；导体连接管材质必须满足《电力电缆导体用压接型铜、铝接线端子和连接管》（GB14315）的规定；

——终端采用热缩式或冷缩式，泄露距离满足各污秽等级要求的爬电距离。

3 灯杆

新设或改造的路灯宜采用美观、轻便、新颖的圆锥形金属灯杆，无环型焊缝，并做好防腐处理。

4 灯具及其附属装置

1) 路灯灯具及其附属装置的选用应符合下列要求：

机动车道应采用截光型或半截光型的功能型灯具，常规灯具效率不低于 75%，泛光灯效率不低于 70%的灯具；市中心、商业中心、步行街选用灯具时应注意功能性与装饰性相结合；在选择灯具时应优先选用防尘、防水级别较高的灯具，一般不小于 IP55 的标准；

2) 在道路照明系统灯具的选择中应综合考虑下列因素：

——应有较高的灯具效率

——合理选择灯具的配光

——选择维护系数高的灯具

5 光源

道路照明光源应选择气体放电灯，宜使用高压钠灯、金属卤化物灯。

3.3 路灯工程施工技术的验收

3.3.1 架空线路

1 导线

1) 架空线宜采用绝缘线，导线在展放过程中，应进行导线外观检查，不应存在磨伤、断股、扭曲、金钩、断头等现象。

2) 绝缘架空线路在同一档内，每相导线上的承力接头不应超过一个。

3) 导线接头距导线的固定点距离不应小于 0.5m。

4) 不同金属、不同规格、不同绞制方向的导线严禁在档距内连接。

5) 低压路灯线在电杆上不应高于其它相线或零线。

6) 导线的固定应牢固，并应符合下列规定：

——对直线转角杆，当使用针式绝缘子时，导线应固定在转角外侧的槽内；当使用瓷横担绝缘子时，导线应固定在第一裙内；

——对直线跨越杆，导线应双固定，导线本体不应在固定处出现角度；

——裸铝导线在绝缘子或线夹上固定应缠绕铝带，缠绕长度应超出接触部分 30mm。铝带的缠绕方向应与外层线股的绞制方向一致。

——裸铝导线在蝶式绝缘子上，作耐张且采用绑扎方式固定时，绑扎长度应符合表 3.3.1-1 的规定。

表 3.3.1-1 裸铝导线绑扎长度

导线截面 (mm ²)	绑扎长度(mm)
LJ-50、LGJ-50 以下	≥150
LJ-70	≥200

7) 导线在同一处损伤，有下列情况之一时，可不做修补，但应将损伤处的棱角与毛刺用 0 号砂纸磨光。

- 单股损伤深度小于直径的 1/2;
 - 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%;
 - 单金属绞线损伤截面积小于 4%。
- 8) 当导线在同一处损伤需进行修补。
- 9) 受损导采用缠绕处理应符合下列规定：
- 受损伤处的线股应处理平整;
 - 应选用与导线同金属的单股线为缠绕材料，其直径不应小于 2mm。
 - 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。
- 10) 受损导线采用修补预绞丝修补应符合下列规定：
- 受损伤处的线股应处理平整;
 - 修补预绞丝长度不应小于 3 个节距;
 - 修补预绞丝的中心应位于损伤最严重处，且应与导线接触紧密，损伤处应全部覆盖。
- 11) 受损导线采用修补管修补应符合下列规定：
- 损伤处的铝（铝合金）股线应先恢复其原绞制状态;
 - 修补管的中心应位于损伤最严重处，需修补导线的范围应距管两端各不小于 20mm 处。
- 12) 导线在同一处损伤，有下列情况之一者，应将损伤部分全部割去，重新以直线接续管连接：
- 钢芯铝绞线的钢芯断一股;
 - 导线出现灯笼的直径超过导线直径的 1.5 倍而又无法修复;
 - 金钩、破股已形成无法修复的永久变形。
- 13) 架空线路导线间的最小水平距离应符合表 3.3.1-2 的规定，靠近电杆的两条导线间的水平距离不得小于 500mm。

表 3.3.1-2 架空线路导线的最小水平距离 (mm)

电 压		档 距						
		40 米以下	50 米	60 米	70 米	80 米	90 米	100 米
高压	裸线	600	650	700	750	850	900	1000
	绝缘线	500	500	500	—	—	—	—
低压		300	400	450	500	—	—	—

- 14) 架空线路的引流线（跨接线或弓子线）之间、引流线与主干线之间的连接应符合下列规定：
- 不同金属导线的连接应有可靠的过渡金属;
 - 同金属导线，当采用绑扎连接时，绑扎长度应符合表 3.3.1-3 的规定。
 - 绑扎连接应接触紧密、均匀、无硬弯，引流线应呈均匀弧度;
 - 当不同截面导线连接时，其绑扎长度应以小截面到为准。

表 3.3.1-3 同金属导线绑扎长度 (mm)

导线截面 (mm ²)	绑扎长度
35 及以下	≥150
50	≥200
70	≥250

- 15) 绑扎用的绑线应选用与导线相同金属的单股线，其直径不应小于 2.0mm。
- 16) 引流线、引下线与相邻的引流线、引下线或导线之间的距离，高压不应小于 300mm;

低压不应小于 150mm。

17) 线路的导线与拉线、电杆或架构之间的距离，高压不应小于 200mm；低压不应小于 100mm。

18) 架空线路的导线紧好后，弧垂的误差不应超过设计弧垂的±5%。同档内各相导线弧垂应一致，水平排列的导线弧垂相差不得大于 50mm。

19) 导线与树木的最小距离应符合表 3.3.1-4 的规定。

表 3.3.1-4 导线与树木的最小距离 (m)

类别	高压	低压	绝缘线
垂直	1.5	1.0	0.8
水平	2.0	1.0	1.0

20) 线路导线截面应符合设计规定，低压末端电压不应低于额定电压的 90%，线路导线允许的最小截面应符合表 3.3.1-5 的规定。

表 3.3.1-5 线路导线允许的最小截面 (mm²)

导线类别	高压	低压
铝及钢芯铝绞线	50	35
铜线	25	25
绝缘铝绞线	70	35

2 电杆、横担和绝缘子

1) 直线杆顺线路方向位移不应超过设计档距的 3%，直线杆横线路方向位移不应超过 50mm。

2) 转角杆、分支杆的横线路、顺线路方向的位移均不应超过 50mm。

3) 直线转角杆的转向不宜大于 15°，根开不应超过±30mm，迈步不应超过±30mm。

4) 电杆基坑深度应符合设计规定。对一般土质，电杆埋深宜为杆长的 1/6，并应符合表 3.3.1-6 的规定。对特殊土质或无法保证电杆的稳固时，应采取加卡盘、围桩、打人字拉线等加固措施。基坑回填土应分层夯实，地面宜设防沉土台。

表 3.3.1-6 电杆埋设深度 (m)

杆长	8	9	10	11	12	13	15
埋深	1.5	1.6	1.7	1.8	1.9	2.0	2.5

5) 当电杆采用普通环形钢筋混凝土定型产品时，应符合下列规定：

——表面应光洁平整，壁厚均匀，无露筋、跑浆现象；

——电杆应无纵向裂缝，横向裂缝的宽度不应超过 0.1mm，长度不应超过电杆周长的 1/3；

——杆身弯曲不应超过杆长的 1/1000。

6) 电杆立好后应正直，直线杆的倾斜不应大于杆梢直径的 1/2；转角杆应向外角预偏，紧线后不应向内角倾斜，其杆梢向外角偏移不应大于杆梢直径；终端杆应向拉线侧预偏，其预偏值不应大于杆梢直径，紧线后不应向受力侧倾斜。

7) 横担应为热镀锌角钢，高压横担的角钢不应小于 L63×6；低压横担的角钢不应小于 L50×5。

8) 线路单横担的安装：直线杆应装于受电侧；分支杆、转角杆（十字担）及终端杆应装于拉线侧；偏支担应上翘 30mm。

9) 各部位的螺母应拧紧。螺栓外露部分不宜少于两个螺距。螺母受力的螺栓应加弹簧垫或加双母，长孔必须加垫圈。

10) 横担安装应平正，安装偏差应符合下列规定：

——横担端部上下偏差不应大于 20mm；

- 横担端部左右偏差不应大于 20mm；
- 最上层横担距杆顶不应小于 200mm。

11) 15° 以下的转角杆和导线截面在 50mm² 及以下的终端杆、断连杆可采用单横担；15~45° 的转角杆和导线截面在 70mm² 及以上终端杆、断连杆应采用双横担；45° 以上的转角杆应采用十字横担。

12) 同杆架设的线路横担之间的垂直距离不得小于表 3.3.1-7 的规定。

表 3.3.1-7 横担之间的垂直距离 (mm)

导线排列方式	直线杆	耐张杆	绝缘线杆
高压与高压	800	600	500
高压与低压	1200	1000	1000
低压与低压	600	300	—

13) 绝缘子安装前应进行外观检查，且应符合下列规定：

- 瓷件与铁件组合无歪斜现象，组合紧密，铁件镀锌良好；
- 瓷釉光滑，无裂痕、无缺釉、斑点、烧痕、气泡或瓷釉烧坏等缺陷；
- 弹簧销、弹簧垫的弹力适宜；
- 安装应牢固，连接可靠，防止瓷裙积水；
- 安装时一清楚表面污垢、附着物及不应有的涂料；
- 绝缘子裙边与带电部位的间隙不应小于 50mm。

14) 绝缘子的使用宜符合表 3.3.1-8 的规定。

表 3.3.1-8 绝缘子的使用规定

电压等级	直线	耐张
高压	P-20 针式瓷瓶	双 x-4.5C 悬式瓷瓶
低压	PD-1 针式瓷瓶	x-3 悬式和 ED-1 瓷瓶

15) 瓷横担安装应符合下列规定：

- 当直立安装时，顶端顺线路歪斜不应大于 10mm；
- 当水平安装时，顶端宜向上翘起 5° ~ 10° ；顶端顺线路歪斜不应大于 20mm；
- 当安装于转角杆时，顶端垂直安置的瓷横担支架应安装在转角的内角侧；
- 全瓷横担绝缘子的固定处应加软垫。

3 拉线

1) 拉线盘的埋深和方向应符合设计要求。拉线棍与拉线盘应垂直，连接处应加专用垫和双螺母，拉线棍露出地面部分长度宜为 500~700mm。拉线与地面的夹角宜为 45° ，不应小于 30° 。拉线的规格与埋深应符合表 3.3.1-9 的规定。

表 3.3.1-9 拉线规格与埋深 (mm)

拉线截面 (mm)	拉线棍规格	拉线盘 (长×宽)	埋深
25~35	φ 16	700×350	1200
50	φ 19	700×350	1500
70×2	φ 22	700×350	2000

2) 承力拉线应与线路方向的中心线对正；分角拉线应与线路分角线方向对正；防风拉线应与线路方向垂直。

3) 拉线应采用镀锌钢绞线，截面不宜小于 25mm²，拉线应有防撞措施。跨越道路的横向拉线，应符合设计要求，且对通车路面中心的垂直距离不应小于 6m，对路面边缘的垂直距离不应小于 5m。拉线杆应向张力的发向倾斜 10~20° 。

4) 采用 UT 型线夹及楔型线夹固定安装拉线应符合下规定：

- 安装前丝扣上应涂润滑剂；

——线夹舌板与拉线接触应紧密，受力后应滑动，线夹凸肚在尾线侧，安装时不应损伤线股；

——拉线弯曲部分不应有明显松股，拉线断头处与拉线主线应固定可靠，线夹处露出的尾线长度宜为 300~500mm，尾线回头后应与本线扎牢；

——当同一组拉线使用双线夹并采用连板时，其尾线端的方向应一致；

——UT 型线夹或花篮螺栓应露扣，其长度不应小于螺杆丝扣长度的 1/2，可供调紧。调整后 UT 型线夹的双母应并紧，花篮螺栓应封固。

5) 拉线穿越带电线路时，应在拉线上下加装绝缘子，拉线绝缘子自然悬垂时距地面不应小于 2.5m。

6) 没有条件做拉线，可做杆。杆应符合下列规定：

——杆底部埋深不宜小于 0.5m，且应设有防沉措施；

——与主杆之间夹角一满足设计要求，允许偏差为 $\pm 5^\circ$ ；

——与主杆连接应紧密、牢固。

3. 3. 2 高低压电缆线路

1 电缆的敷设

1) 电缆的敷设应符合下列规定：

——电缆敷设前应检查电缆通道畅通，排水良好。金属部分的防腐层完整；

——检查电缆外观应无损伤、绝缘良好，当对电缆的密封有怀疑时，应进行潮湿判断；直埋电缆应经试验合格；

——电缆放线架一放置稳妥，钢轴的强度和长度应与电缆盘重量和宽度相配合；

——在带电区域内敷设电缆，应有可靠的安全措施；

——电缆敷设时，电缆应从盘的上端引出，不应使电缆在支架上及地面摩擦拖拉。电缆上不得有铠装压扁、电缆绞拧、护层折裂等未消除的机械损伤；

——机械敷设电缆的速度不宜超过 15m/min；

——机械敷设电缆时，应在牵引头或钢丝网套与牵引钢缆之间装设防捻器；

——并列敷设的电力电缆，其相互间的净距应符合设计要求；

——木桥上的电缆应穿管敷设。在其它结构的桥上敷设的电缆，应在人行道下设电缆沟或穿入由耐火材料制成的管道中。在人不易接触处，电缆可在桥上裸露敷设，但应采取避免太阳直接照射的措施；

——悬吊架设的电缆与桥梁架构之间的净距不应小于 0.5m；

——在经常受到震动的桥梁上敷设的电缆，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。

2) 电缆埋置深度应符合下列要求：

——电缆表面距地面的距离不应小于 0.7m。穿越农田时不应小于 1m。在引入建筑物、与地下建筑物交叉及绕过地下建筑物处，可浅埋，但应采取保护措施；

——电缆应埋设于冻土层以下，当受条件限制时，应采取防止电缆受到损坏的措施；

——电缆之间，电缆与其他管道、道路、建筑物等之间平行和交叉时的最小净距，应符合表 3.3.2-1 的规定。严禁将电缆平行敷设于管道的上方或下方。

**表 3.3.2-1 电缆之间，电缆与管道、道路、建筑物之间
平行和交叉时的最小净距（m）**

项目		平行	交叉
电力电缆间 及其与控制电缆间	10kV 及以下	0.10	0.50
	10kV 以上	0.25	0.50
控制电缆间		—	0.50
不同使用部门的电缆间		0.50	0.50
热管道（管沟）及热力设备		2.00	0.50
油管道（管沟）		1.00	0.50
可燃气体及易燃液体管道（沟）		1.00	0.50
其他管道（管沟）		0.50	0.50
铁路路轨		3.00	1.00
电气化铁路路轨	交流	3.00	1.00
	直流	10.0	1.00
公路		1.50	1.00
城市街道路面		1.00	0.70
杆基础（边线）		1.00	—
建筑物基础（边线）		0.60	—
排水沟		1.00	0.50

注：1. 电缆与公路平行的净距，当情况特殊时可酌减；

2. 当电缆穿管或者其它管道有保温层等防护设施时，表中净距应从管壁或防护设施的外壁算起。

3) 电缆的固定，排列

——垂直敷设或超过 45° 倾斜敷设的电缆在每个支架上；桥架上每隔 2m 处；

——水平敷设的电缆，在电缆首末两端及转弯、电缆接头的两端处；当对电缆间距有要求时，每隔 5~10m 处；

——护层有绝缘要求的电缆，在固定处应加绝缘衬垫；

——电缆进入电缆沟、隧道、竖井、建筑物、盘（柜）以及穿入管子时，出入口应封闭，管口应密封；

——电力电缆和控制电缆不应配置在同一层支架上；

——高低压电力电缆，强电、弱电控制电缆应按顺序分层配置，一般情况宜由上而下配置。

2 电缆终端和接头的制作

电缆终端及接头制作时，按照不同厂家提供的材料及尺寸严格遵守制作工艺规程操作。

3 其他要求：

1) 电缆与热管道（沟）及热力设备平行、交叉时，应采取隔热措施，使电缆周围土壤的温升不超过 10℃。

2) 明敷在室内及电缆沟、隧道、竖井内带有麻护层的电缆，应剥除麻护层，并对其铠装加以防腐。

3) 电缆与铁路、公路、城市街道、厂区道路交叉时，应敷设于坚固的保护管或隧道内。电缆管的两端宜伸出道路路基两边各 2m；伸出排水沟 0.5m；在城市街道应伸出车道路面。

4) 直埋电缆的上、下部应铺不小于 100mm 厚的软土或沙层，并加盖保护板，其覆盖宽度应超过电缆两侧各 50mm，保护板可采用混凝土盖板或砖块。软土或沙子中不应有石块或其它硬质杂物。

5) 直埋电缆在直线段每隔 50~100m 处、电缆接头处、转弯处、进入建筑物等处, 应设置明显的方位标志或标桩。

6) 并列敷设的电缆, 其接头的位置应相互错开。

7) 电缆明敷时的接头, 应用拖板固定。

8) 直埋电缆接头盒外面应有防止机械损伤的保护盒(环氧树脂接头盒除外)。位于冻土层内的保护盒, 盒内宜注以沥青。

9) 电力电缆在终端头与接头附近宜留有备用长度。

10) 在电缆穿过竖井、墙壁、楼板或进入电气盘、柜的孔洞处, 用防火堵料密实封堵。

3.3.3 变压器、配电室、箱式变电站

1 一般规定

1) 本条适用于电压为 10kV 及以下, 容量 500kVA 及以下的电力变压器、箱式变电站安装工程。

2) 变压器、箱式变电站设置地点应符合下列条件:

——环境温度: 最高气温+50℃, 最高日平均气温+30℃, 最高年平均气温+20℃, 最低气温-30℃;

——当空气温度为+25℃时, 相对湿度不应超过 90%;

——周围应无火灾、爆炸、化学腐蚀及剧烈振动的危险, 通风良好、不易积水;

——四周宜有足够的空间, 便于设备维护和高压电缆、低压电缆及线路的进出, 并应避免让地下设施。

3) 设备到达现场后, 应及时进行外观检查, 并应符合下列规定:

——不得机械损伤, 附件齐全, 各组合部件无松动和脱落。箱式变电站内部电器部件及连接无损坏;

——油浸式变压器, 密封处应良好, 无渗漏油现象。

4) 器身检查时, 场地四周应保持清洁并有防尘措施; 雨雪天或雾天不应在室外进行。器身检查的主要项目和要求应符合下列规定:

——所有螺栓应紧固, 并有防松措施, 绝缘螺栓应无损坏, 防松绑扎完好;

——引出线绝缘包扎牢固, 无破损、拧弯现象; 引出线绝缘距离应合格, 引出线与套管的连接应牢靠, 接线正确。

5) 干式变压器在运输途中应有防雨和防潮措施。存放时, 应置于干燥的室内。

6) 变压器到达现场后, 当超出三个月未安装时应加装吸湿器, 并进行下列检测工作:

——检查油箱密封情况;

——测量变压器油的绝缘强度;

——测量绕组的绝缘电阻。

7) 配电室内无堆积杂物, 废料, 盘面无积土。

8) 配电室内防尘门窗齐全有效, 护网完整, 不渗漏雨, 电缆沟出入口封堵完好, 缆沟无积水。

2 变压器、配电室、箱式变电站安装

1) 与变压器、配电室、箱式变电站安装有关的建筑物、构筑物的工程质量, 应符合国家现行的建筑工程施工及验收规范中的有关规定, 并应符合下列要求:

——建筑物、构筑物应具备进行安装条件。基础、构架、预埋件、预留孔应符合设计要求, 达到设备安装的强度要求;

2) 设备安装完毕, 投入运行前, 建筑工程应符合下列要求:

——门窗安装完毕;

——地面抹光工作结束, 室外场地平整;

- 保护性网门、栏杆等安全设施齐全；
- 油浸式变压器蓄油池清理干净，排油水管通畅，卵石铺设完毕；
- 通风及消防装置安装完毕；
- 受电后无法进行的装饰工作以及影响运行安全的工作施工完毕。

3) 室外变压器安装方式宜采用杆上台架式安装。室外变压器宜使用油浸式变压器，并应符合下列规定：

- 变压器台架水平倾斜不大于台架根开的 1%
- 柱上台架所用铁件应热镀锌；
- 变压器在台架平稳就位后，应采用直径不小于 4mm 镀锌铁丝在变压器箱上法兰下面部位将变压器与两杆捆扎固定缠绕圈数不得少于 4 圈；
- 柱上变压器应在明显位置悬挂警告牌；
- 柱上变压器台，距地面宜为 3m，不得小于 2.5m；
- 跌落式熔断器的安装，相间距离不应小于 0.7m。在有机动车行驶的道路沙锅内，跌落式熔断器应安装在非机动车道侧；
- 熔丝的规格应符合设计要求，无弯曲、压扁或损伤；熔体与尾线应压接牢固；
- 变压器高压引下线、母线应采用多股绝缘线，中间不得有接头。其导线截面应按变压器额定电流选择，但铜线不应小于 16mm²，铝线不应小于 25mm²；
- 变压器高压引下线、母线之间的距离不应小于 0.3m。

4) 室内变压器安装距墙不应小于 800mm，距门不应小于 1000mm，中心宜在屋顶吊环垂线位置。

5) 吊装油浸式变压器应利用油箱吊钩，不允许用变压器顶盖上盘的吊环吊装整台变压器；吊装干式变压器，可利用变压器上部的钢横梁处的主吊环吊装。

6) 变压器本体就位应符合下列规定：

- 变压器基础的轨道应水平，轮距与轨距应适合；
- 当使用封闭母线连接时，应使其套管中心线与封闭母线安装中心线相符；
- 装有滚轮的变压器就位后将滚轮用能拆卸的制动装置加以固定。

7) 变压器附件安装应符合下列规定：

- 油枕安装前应应用合格的变压器油洗干净，除去污物；
- 油枕安装前应先安装油位表，放气孔和导油孔应畅通；油标玻璃管应完好；
- 油枕应利用支架安装在油箱顶盖上，用螺栓将油枕，支架和油箱紧固；
- 检查硅胶是否失效（对浅蓝色硅胶，变为浅红色即已失效；对白色硅胶一律烘烤）；
- 安装时，应将干燥器盖子处的橡皮垫取掉，并在盖子上装适量的变压器油；
- 干燥器与油枕间管路的连接应密封，管道应通畅；
- 温度计安装前均应进行校验，信号接点应动作正确，导通良好；
- 油浸式变压器顶盖上的温度计座内应注进适量的变压器油，且密封应良好，无渗漏现象。闲置的温度计的底座应进行密封，不得进水；
- 膨胀式信号温度计的细金属软管其弯曲半径不得小于 50mm，且不得有压扁或急剧的扭曲。

8) 变压器绝缘油应按现行国家标准《电气装置安装工程电气设备交接试验标准》（GB50150）的规定试验合格后，方可注入使用；不同牌号的变压器油或同牌号的新油与运行过的油不宜混合使用。需要混合时，必须对混油进行试验，其质量必须合格。

9) 变压器应按设计要求进行高压侧、低压侧电气连接；当采用硬母线连接时，应按硬母线制作技术要求安装；当采用电缆连接时，应按电缆终端头制作技术要求制作安装。

10) 箱式变电站基础的安装应符合设计要求，基础结构宜采用带电缆室的混凝土结构；

电缆室应有通风口，并应采取防止小动物进入箱内及良好的排水措施。

11) 箱式变电站安装完毕送电投运前应进行检查，并应符合下列规定：

- 箱内及各元件表面应清洁、干燥、无异物；
- 操作机构、开关等可动元器件应灵活、可靠、准确。对装有温度显示、温度控制、风机、凝露控制等装置的设备，应根据电气性能要求和安装使用说明书进行检交；
- 所有主回路、接地回路及辅助回路接点应牢固，并应符合电气原理图的要求；
- 变压器、高（低）压开关柜及所有的电器元件设备安装螺栓应紧固；
- 辅助回路的电器整定值应准确，仪表与互感器的变比及接线极性应正确，所有电器元件应无异常。

3.3.4 柱上开关

柱上开关的安装应符合运行规程的规定。

3.3.5 配电装置与控制

1 低压配电室的一般规定

1) 配电室的位置应接近负荷中心及电源侧，并宜设在导电灰尘少、腐蚀介质少、干燥、无振动、进处线方便的地方。架空出线不应交叉。导线穿墙时，应采用传墙绝缘套管。

2) 配电装置室内通道的宽度，应符合下列规定：

- 成排布置的配电屏，其长度超过 6m 时，屏后的通道应设两个出口；
- 当配电柜为单列布置时，柜前通道不应小于 1.5m；
- 当配电柜为双列布置时，柜前通道不应小于 2m；
- 配电柜后通道不宜小于 1m；
- 配电柜左右两侧不宜小于 0.8。

3) 低压配电装置室的耐火等级不应低于三级。

4) 当配电室的长度超过 7m 时应设两个出口，并宜设置在变电室的两端，且至少有一门通向室外。配电室门应向外开启，门锁应牢固可靠。相邻配电室之间有门时，应采用双向开启门。

5) 高、低压配电装置室宜设不能开启的采光窗。设可开启的窗时，应有防止雨、雪和小动物进入的措施。高压配电室窗台距室外地坪不宜低于 1.8m。

6) 配电室内电缆沟深度宜为 600mm，电缆沟盖板宜采用无机复合盖板。电缆沟应有防水、排水措施。

7) 低压配电室内不应通过与低压配电室无关的管道。室内有采暖时，暖气管道上不应有阀门和中间接头，管道与散热器的连接应采用焊接。

8) 配电室内的电器设备应避免强烈日照。

9) 配电室的接地线应编号，各类标识应齐全，遮拦应符合规定。

2 配电柜（箱、盘）安装

1) 基础型钢安装的允许偏差应符合表 3.3.5-1 的规定。基础型钢安装后，其顶部宜高处抹平地面 10mm；手车式成套柜应按产品技术要求执行。基础型钢应有明显可靠的接地。

表 3.3.5-1 基础型钢安装的允许偏差（mm）

项目	允许偏差	
	每米	全长
直线度	<1	<5
水平度	<1	<5
位置误差及不平行度	—	<5

2) 配电柜（箱、盘）安装在振动场所，应按设计要求采取防振措施。

3) 配电柜（箱、盘）及其设备与各构件间连接应牢固。主控制盘、分路控制盘、自动

装置盘等不宜与基础型钢焊死。

4) 配电柜(箱、盘)单独或成列安装的允许偏差应符合表 3.3.5-2 的规定。模拟母线应对齐,其误差不应超过视差范围,并应完整,安装牢固。

表 3.3.5-2 配电柜(箱、盘)安装的允许偏差(mm)

项目		允许偏差
垂直度		<1.5
水平偏差	相邻两盘顶部	<2
	成列盘顶部	<5
盘面偏差	相邻两盘顶部	<1
	成列盘顶部	<5
盘间接缝		<2

5) 端子箱安装应牢固,密封良好,并应能防潮、防尘。安装的位置应便于检查。成列安装应排列整齐。

6) 配电柜(盘、箱)的接地应牢固良好。装有电器的可开启的门应以裸铜软线与接地的金属构架可靠连接。成套柜(箱)应装有供检修用的接地连接。

7) 成套柜(箱)的安装应符合下列规定:

- 机械闭锁、电气闭锁动作应准确、可靠;
- 动触头与静触头的中心线应一致,触头应接触紧密;
- 二次回路辅助开关的切换接点应动作准确,接触可靠;
- 箱内照明应齐全。

8) 配电柜(箱、盘)的漆层(镀层)应完整无损伤。固定电器的支架应刷漆。安装在同一室内且经常监视的配电柜(箱、盘)其盘面颜色宜和谐一致。

9) 柱上的配电箱箱底距地面不得小于 2m,所用金具应进行热镀锌处理。进出线孔应采取保护措施。

3 配电柜(箱、盘)电器安装

1) 电器安装应符合下列规定:

——电器元件的型号、规格应符合设计要求,外观应完好,且附件齐全,排列整齐,固定牢固,密封良好;

——各电器应能单独拆装更换;

——发热元件宜安装在散热良好的地方;两个发热元件之间的连线应采用耐热导线或裸铜线套瓷管;

——信号灯、光字牌、电铃、故障电钟等信号装置应显示准确,工作可靠;

——盘上装有的装置设备或其它有接地要求的电器其外壳应可靠接地;

——带有照明的封闭式柜(箱、盘)应保证照明设施完好。

2) 端子排的安装应符合下列规定:

——端子排应完好无损,固定牢固,绝缘良好;

——端子应有序号,并应便于更换且接线方便,离地高度宜大于 350mm;

——强、弱电之间的端子及控制回路的掉、合闸端子应分开布置;当有固定时,应有明显标志,并设空端子隔开或加设绝缘隔板;

——潮湿环境宜采用防潮端子;

——湿接线端子应与导线截面匹配,不应使用小端子配大截面导线。

3) 二次回路的连接件均采用铜质制品,绝缘件应采用阻燃材料。

4) 配电柜(箱、盘)的正面及背面各电器、端子排等应标明编号、名称、用途及操作位置,其标明的字迹应清晰,工整,不宜脱色。

5) 配电柜(箱、盘)内两导体间、导体与裸露的不带电的导体间允许最小电气间隙及爬电距离应符合表 3.3.5-3 的规定。屏顶上小母线不同相或不同极的裸露部分之间、裸露载流部分与未经绝缘的金属体之间电气间隙不得小于 12mm, 爬电距离不得小于 20mm。

表 3.3.5-3 允许最小电气间隙爬电距离 (mm)

额定电压 (V)	带电间隙		爬电距离	
	额定工作电流		额定工作电流	
	≤63A	>63A	≤63A	>63A
U≤60	3.0	5.0	3.0	5.0
60<U≤300	5.0	6.0	6.0	8.0
300<U≤500	8.0	10.0	10.0	12.0

4 二次回路接线

1) 二次回路接线应符合下列规定:

- 应按图施工, 接线正确;
- 导线与电气元件间采用的螺栓连接、插接、焊接或压接等均应牢固可靠;
- 柜(箱、盘)内的导线不应有接头, 导线芯线应无损伤;
- 电缆芯线和所配导线的端部均应标明其回路编号, 编号应正确, 字迹清晰且不宜脱色;
- 配线应整齐、清晰、美观, 导线绝缘应良好, 无损伤;
- 每个接线端子的每侧接线宜为 1 根, 不得超过 2 根。对插接式端子, 不同截面的两根导线不得接在同一端子上; 对螺栓连接端子, 当接两根导线时, 中间应加平垫片;
- 二次回路接地应设专用螺栓。

2) 配电柜(箱、盘)内的配线电流回路应采用铜芯绝缘导线, 其电压不应低于 500V, 其截面不应小于 2.5mm², 其它回路截面不应小于 1.5mm²; 当电子元件回路、弱电回路采取锡焊连接时, 在满足载流量和电压降及有足够机械强度的情况下, 可采用不小于 0.5mm² 截面的绝缘导线。

3) 对连接门上的电器、控制台板等可动部位的导线应符合下列规定:

- 应采取多股软导线, 敷设长度应有适当余量;
- 线束应有外套塑料管等加强绝缘层;
- 与电器连接时, 端部应加终端紧固附件绞紧, 不得松散、断股;
- 在可动部位两端应用卡于固定。

4) 引入柜(箱、盘)内的电缆及其芯线应符合下列规定:

- 引入柜(箱、盘)内的电缆应排列整齐, 编号清晰, 避免交叉, 固定牢固, 不得使所接的端子排受机械应力;
- 铠装电缆在进入柜(箱、盘)后, 应将钢带切断, 切断处的端部应扎紧, 并应将钢带接地;
- 橡胶绝缘的芯线应采用外套绝缘管保护;
- 柜(箱、盘)内的电缆芯线应按垂直或水平有规律地配置, 不得任意歪斜交叉连接。

备用芯线长度应有余量;

- 强、弱电回路不应使用同一根电缆槽, 应分别成束分开排列。

5 路灯控制系统

1) 路灯运行控制宜采用光控开关、定时钟、路灯控制仪(路灯经纬仪开关)和路灯监控系统等。

2) 路灯的启闭时间, 根据天津市地理位置及启闭照度要求执行。

3) 路灯控制电器应符合下列规定:

- 工作电压范围宜为 180~250V;
- 照度调试范围应为 0~50lux, 在调试范围内应无死区;
- 产品出厂调试照度与环境照度应一致;
- 时间精度应小于 $\pm 1\text{s/d}$; 定时时间误差不应累计;
- 应具有多种定时开、关方式;
- 应性能可靠, 操作简单, 并具有较强的抗干扰能力, 存储数据不丢失;
- 适用环境温度范围宜在 $-20\sim 65^{\circ}\text{C}$ 。

4) 路灯控制电器的安装应符合下列规定:

- 采用微控制器的控制装置应与其它电器隔离安装, 并应设有屏蔽装置;
- 光控开关的光电探头应安装在避免有光干扰的位置;
- 装有电子控制设备的柜(箱、盘)应有防尘、防潮、防水等措施, 避免太阳照射, 必要时可加设通风装置。

5) 路灯监控系统应符合下列规定:

——采集模块所用的元器件应保证其可靠性和精确度, 采集到的电参数宜满足系统对电流、电压、功率、电量、亮灯率的需要。还宜采集前端控制箱内温度、门的关合状态等环境参数;

- 所采取的通讯方式应具备经济性、可靠性和范围覆盖能力, 能快速传送准确的数据;
- 数据应进行处理, 通过分析判断, 将运行故障显示或报警;

——应用模块功能应齐全、实用, 并宜具备权威认证, 远程控制, 设备故障报警, 设备和地理信息查询、维护, 数据统计、归档和打印等功能;

- 系统误报率应小于 1%。

3.3.6 安全保护

1 一般规定

- 1) 电气设备的带电部分应有防止直接触摸保护装置。
- 2) 电气装置的下列金属部分, 均应接零或接地:
 - 变压器、配电柜(箱、盘)等的金属底座或外壳;
 - 室内外配电装置的金属构架及靠近带电部位的金属遮拦和金属门;
 - 电力电缆的金属护套、接线盒和保护管;
 - 配电和路灯的金属杆塔;
 - 其它因绝缘破坏可能使其带电的外露导体。

3) 不得利用蛇皮管、裸铝导线以及电缆金属护套层做接地线。接地线不得兼做他用。

2 接零和接地保护

1) 在中性点直接接地的路灯低压网中, 金属灯杆、配电箱等电气设备的外壳宜采用低压接零保护。

2) 在保护接零系统中, 用熔断器作保护装置时, 单相短路电流不应小于熔断片额定熔断电流的 4 倍; 用自动开关作保护装置时, 单相短路电流不应小于自动开关瞬时或延时动作电流的 1.5 倍。

3) 采用接零保护时, 单相开关应装在相线上, 保护零线上严禁装设开关或熔断器。

4) 保护零线和相线的材质应相同, 截面应当与相线等径。

5) 保护接零时, 在线路分支、首端及末端应安装重复接地装置, 接地装置的接地电阻不应大于 10Ω 。

6) 在用电设备较少且分散、采用接零保护确有困难且土壤电阻率较低时, 可采用低压接地保护。

7) 灯杆、配电箱等金属电力设备采用接地保护时, 其接地电阻不应大于 4Ω 。

8) 路灯金属铁杆在每基接地基础上宜采用每 5 基灯杆加装 1 处接地装置的接地保护。

3 接地装置

1) 接地装置可利用下列接地体接地:

- 建筑物的金属结构(梁、柱)及设计规定的混凝土结构内部的钢筋;
- 与配电装置金属外壳连接的接地网;
- 符合要求所设置的地下金属网。

2) 接地体埋深应符合设计规定;当设计无规定时,埋深不宜小于 0.6m。

3) 垂直接地体的间距不宜小于其长度的 2 倍;水平接地体的间距在设计无规定时不宜小于 5。

4) 明敷接地线安装应符合下列规定:

- 敷设位置不应妨碍设备的拆卸和检修;
- 接地线宜水平或垂直敷设,结构平行敷设直线段上不应起伏和弯曲;
- 支架的距离:水平直线部分宜为 0.5~1.5m,垂直部分宜为 1.5~3.0m,转弯部分宜为 0.3~0.5m;
- 沿建筑物墙壁水平敷设时,距地面宜为 0.25~0.3m,与墙壁间的距离宜为 0.1~0.5m;

——跨越建筑物伸缩缝、沉降缝时,应将接地线弯成弧状;

——接地装置的导体截面应符合热稳定和机械强度要求;当使用圆钢时,直径不得小于 10mm,扁钢不得小于 4×25mm,角钢厚度不得小于 4mm。

5) 地体的连接应采用焊接,焊接应牢固并应进行防腐处理,接至电气设备上的接地线应采用镀锌螺栓连接,对有色金属接地线不能采用焊接时,可用螺栓连接。

6) 接地体的焊接应采用搭接焊,其搭接长度应符合下列规定:

- 扁钢为其宽度的 2 倍;
- 圆钢为其直径的 6 倍;
- 圆钢与扁钢连接时,其长度为圆钢直径的 6 倍;
- 扁钢与角钢连接时,应在其接触部位两侧进行焊接。

3.3.7 路灯安装

1 一般规定

1) 同一街道、公路、广场、桥梁的路灯安装高度(从光源到地面)、仰角、方向宜保持一致。2) 灯杆的位置应合理,灯杆不得设在易被车辆碰撞地点、且与供电线路等控制障碍物的安全距离应符合供电有关规定。

3) 基础坑开挖尺寸应符合设计规定,基础混凝土强度等级不应低于 C20,基础内电缆护管从基础中心穿出并应超出基础平面 30~50mm。浇制钢筋混凝土基础前必须排除坑内的积水。

4) 灯具安装纵向中心线和灯臂纵向中心线应一致,灯具横向水平线应与地面平行,紧固后目测应无歪斜。

5) 灯头应固定牢靠,可调灯头应按设计调整至正确位置,灯头接线应符合下列规定:

- 相线应接在中心触点端子上,零线应接螺纹口端子;
- 灯头绝缘外壳应无损伤、开裂;
- 高压钠灯宜采用中心触点伸缩式灯口。

6) 灯头线应使用额定电压不低于 450/750V 的铜线绝缘线,最小允许线芯截面应为 2.5mm²。

7) 在灯臂、灯盘及杆内穿线不得有接头,穿线孔口或管口应光滑、无毛刺,并应采用绝缘套管或包带包扎,包扎长度不得小于 200mm。

8) 每盏灯的相线宜装设熔断器,熔断器应固定牢靠,接线端子上线头弯曲方向应为顺时针方向并用垫圈压紧,熔断器上端应接电源进线,下端应接电源出线。

9) 气体放电灯应将熔断器安装在镇流器的进电侧,熔丝应符合下列规定:

——250W 及以下汞灯、150W 及以下钠灯可采用 4A 熔丝;

——250W 钠灯和 400W 汞灯可采用 6A 熔丝;

——400W 钠灯可采用 10A 熔丝;

——1000W 钠灯和汞灯可采用 15A 熔丝。

10) 高压钠灯等气体放电灯的灯泡、镇流器、触发器等应配套使用,严禁混用。镇流器、电容器的接线端子不得超过两个线头,线头弯曲方向,应按顺时针方向并压在两垫片之间,接线端子瓷头不得破裂,外壳应无渗水和锈蚀现象,当钠灯镇流器采用多股导线接线时,多股导线不能散股。

11) 路灯安装使用的灯杆、灯臂、抱箍、螺栓、压板等金属构件应进行热镀锌处理,防腐质量应符合《金属覆盖及其他有关覆盖层维氏和努氏显微硬度试验》(GB/T9790)、《热喷涂金属件表面预处理通则》(GB/T11373)、《钢铁热浸铝工艺及质量检验》(ZBJ36011)的有关规定。

12) 灯杆、灯臂等热镀锌后应进行油漆涂层处理,其外观、附着力、耐湿热性应符合《城市道路照明施工及验收规程》(CJJ89)的有关规定;进行喷塑处理后覆盖层应无鼓包、针孔、粗糙、裂纹或漏喷区缺陷,覆盖层与基体应有各种螺母紧固。宜加垫片和弹簧垫。紧固后螺丝露出螺母不得少于两个螺距。

2 中杆灯和高杆灯

1) 中杆灯和高杆灯的灯杆、灯盘、配线、升降电动机构等应符合《高杆照明设施技术条件》(CJ/T3076)的规定。

2) 中杆灯和高杆灯宜采用三相供电,且三相负荷应均匀分配,每一回路必须装设保护装置。

3) 基础顶面标高应提供标桩。

4) 基础坑的开挖深度和大小应符合设计规定。基础坑深度的允许偏差应为+100mm、-50mm。当土质原因等造成基础坑探与设计坑深偏差+100mm 以上时,应按以下规定处理:

——偏差在: +100~+300mm 时,应采用铺石灌浆处理;

——偏差超过规定值的+300mm 以上时,超过的+300mm 部分可采用填土或砂石夯实处理,分层夯实厚度不宜大于 400mm,夯实后的密实度不应低于原状土,然后在采用铺石灌浆处理。

5) 地脚螺栓埋入混凝土的长度应大于其直径的 20 倍,并应与主筋焊接牢固,地脚螺栓应去除铁锈,螺纹部分应加以保护,基础法兰螺栓中心分布直径应与灯杆底座法兰孔中心分布直径一致,偏差应小于±1mm,螺栓应采用双螺母和弹簧垫。

6) 浇筑混凝土的模板宜采用钢模板,其表面应平整且接缝严密,支模时应符合基础设计尺寸的规定,混凝土浇筑前,模板表面应涂脱模剂。

7) 浇筑基础时,应符合现行国家标准《混凝土结构设计规范》(GBJ10)的有关规定。

8) 基坑回填应符合下列规定:

——对适于夯实的土质,每回填 300mm 厚度应夯实一次,夯实程度应达到原状土密实度的 80%及以上;

——对不宜夯实的饱和水和粘性土,应分层填实,其回填土的密实度应达到原状土的 80%及以上。

3 单挑灯、双挑灯和庭院灯

1) 单挑灯、双挑灯的安装高度宜为 6~12m。

2) 路灯金属杆应进行热镀锌处理, 镀锌层厚度不应小于 $65\ \mu\text{m}$, 表面涂漆、喷塑处理应在其热镀锌后进行, 因校直等因素作修改的部位不得超过 2 处, 且修整面积不得超过杆身表面积的 5%。

3) 路灯金属杆必须焊接良好, 长度 8m 及以下的锥形杆应无横向焊缝, 纵向焊缝应匀称、无虚焊。在水平放置且无负荷的条件下, 杆身直线度误差应小于 3%。

4) 路灯金属杆的允许偏差应符合下列规定:

——直埋式金属杆, 其长度(包括埋入地下部分)允许偏差宜为杆长的 $\pm 0.5\%$;

——法兰式金属杆, 其长度允许偏差宜为杆长的 $\pm 0.5\%$;

——杆身横截面尺寸允许偏差宜为 $\pm 5\text{mm}$;

——一次成形悬臂灯杆仰角允许偏差宜为 $\pm 1^\circ$ 。

5) 直线路段安装单、双挑灯时, 在无障碍等特殊情况下, 灯间距与设计间距的偏差应小于 2%。

6) 灯杆垂直偏差应小于半个杆梢, 直线路段单、双挑灯排列成一直线时, 灯杆横向位置偏移应小于半个灯根。

7) 金属灯杆吊装时应采取防止钢缆擦伤灯杆表面油漆或喷塑防腐装饰层的措施。

8) 金属灯杆安装时接线手孔朝向应一致, 宜朝向人行道或慢车道侧。

9) 灯臂应固定牢靠, 与道路纵向垂直偏差不应大于 3° 。

10) 当整个灯杆投影面上承受 35m/s 及以下的风速时, 目测灯杆不应弯曲、结构构件不应转动。

11) 庭院灯宜采用不易破损的灯罩, 灯罩拖盘应采用铸铝材质; 若采用玻璃灯罩, 紧固时螺栓应受力均匀, 并应采用不锈钢螺栓, 玻璃灯罩卡口应采用橡胶圈衬垫。

12) 庭院灯具铸件表面不得有影响结构性能与外观的裂纹、砂眼、疏松气孔和夹杂物等缺陷。

13) 铝制或玻璃钢灯座放置的方向应一致, 可开启式门孔的铰链应完好, 开关应灵活可靠, 开启方向宜朝向慢车道或人行道侧。

14) 采用预制或砖砌灯座应牢固不漏水, 一条道路上的灯座尺寸、表面粉刷、装饰材料应一致。

15) 灯杆根部应做混凝土结面, 且不积水, 浇制前应将杆根周围夯实, 混凝土厚度不应小于 100mm。

4 杆上路灯

1) 杆上安装路灯, 悬挑 1m 及以下的小灯臂安装高度宜为 4~5m; 悬挑 1m 以上的灯架, 安装高度应大于 6m; 设路灯专杆的, 安装高度应根据设计要求确定。

2) 杆上路灯灯臂的抱箍应紧固, 不得松动, 装灯方向与道路纵向应成 90° , 误差不得大于 3° 。

3) 引下线宜使用铜绝缘线和引下线支架, 且松紧一致。引下线接搭接在主干路上时应在主干线上背扣后缠绕 7 圈以上。当主导线为铝线时应缠上铝包带并使用铜铝过渡连接引下线。

4) 熔断器宜安装在引下线流灯臂瓷瓶 100mm 处, 带电部分与灯架、灯杆的距离不应小于 50mm。非固定式保险台在不受拉力情况下, 应安装在离灯架瓷瓶 60mm 处。

5) 引下线应对称搭接在电杆两侧, 搭接处离电杆中心宜为 300~400mm, 引下线接头不得超过一个, 不同规格的导线不得对接。

6) 引下线严禁从高压线间穿过。

7) 在灯臂或架空线横担上安装镇流器应有衬垫压板; 固定螺栓不得少于 2 只, 直径应小于 5mm。

5 其它路灯

1) 安装墙灯，其高度宜为 3~4m。

2) 安装墙灯时，路灯架空线与第一支持物距离不得大于 25m，支持物之间相隔距离不得大于 6m，特殊情况应按设计要求安装。

3) 吊灯安装高度不宜小于 6m，吊灯吊线采用 16~25mm² 的镀锌钢绞线或 $\Phi 4$ 镀锌铁丝合股使用，其抗拉强度不应小于吊灯（包括各种配件、引下线铁板、瓷瓶等）重量的 10 倍，吊线两端应安装接线瓷瓶。

4) 吊线松紧应合适，两端高度宜一致，当电杆的强度或刚度不足以承受吊线拉力时，应设拉线增强。

5) 吊灯电源引下线不得受力。

6) 吊灯引下线如遇树枝等障碍物时，可沿吊线敷设支持物，支持物之间间距不宜大于 1.5m。

3. 3. 8 路灯工程应符合设计、施工的规定，并按照《城市道路照明施工及验收规程》（CJJ89）的要求执行。

3. 3. 9 路灯工程验收应提交下列资料 and 文件：

1. 有关的批准文件
2. 设计文件及设计图
3. 招标书、中标书
4. 工程监理报告书
5. 变更设计的文件
6. 竣工图
7. 工程预算及造价
8. 安装记录（包括隐蔽工程记录）
9. 各种试验记录和检查记录
10. 设备厂家提供的产品说明书、试验记录、合格证件及安装图纸等技术文件
11. 备品、备件移交清单
12. 交叉跨越记录及有关文件

4 路灯运行维护管理

4.1 运行维护原则

4.1.1 路灯平均亮灯率应不低于 98%。

4.1.2 运行单位应制定运行维护管理规定，保证路灯设备有专人定期巡视和记录，掌握设备变化规律和检修技术，对设备运行中出现的异常情况分析、对各类隐患进行排查，提出相应的预防措施。线路设备巡视周期按照表 4.1.2 执行。

表 4.1.2 线路及设备巡视周期表

序号	巡视项目	周期	备注
1	定期性巡视	每季度一次	重点地区线路每月一次
2	特殊性巡视		根据需要确定
3	夜间巡视	重负荷和污秽地区每年一次，节假日前一次	
4	故障巡视		执行调度命令
5	监察性巡视	每年一次	
6	特殊区段巡视	根据需要确定	

4.2 路灯设备运行

4.2.1 10kV 及以下路灯专用设备划分为三级：

1 一级设备：能够满足设计要求，技术状况良好，技术资料齐全，能保证安全、经济运行，能达到额定使用容量，设备无渗漏。

2 二级设备：能够达到设计要求，个别元件和部件有一般性缺陷但能保证安全运行。

3 三级设备：不能达到额定参数要求，渗漏严重、外观损坏严重、高损耗设备。

4.2.2 路灯变压器应符合一级、二级设备的运行规定。

4.2.3 10kV 及以下电压等级路灯专用架空线路应符合一级、二级设备的运行规定

4.2.4 架空变台应符合一级、二级设备的运行规定。

4.2.5 柱上开关应符合一级、二级设备的运行规定。

4.2.6 室内路灯变电站应符合一级、二级设备的运行规定。

4.2.7 箱式路灯变电站应符合一级、二级设备的运行规定。

4.2.8 10kV 及以下电压等级电力电缆应符合一级、二级设备的运行规定。

4.2.9 路灯杆、灯具应符合一级、二级设备的运行规定。

4.2.10 避雷器、接地装置应符合一级、二级设备的运行规定。

4.2.11 运行状况若达到一级、二级设备规定时，应进行检修处理，保证设备安全、稳定运行。

5 路灯节能

5.1 路灯节电器选用要求

5.1.1 使用要求

照明节电可采用稳压节电、提高功率因数节电、消除浪涌谐波节电等方式，宜采用电子、电磁调压技术的工业级控制器。

5.1.2 功能要求

- 1 可由用户设定分时段调压，该设备具有开关量控制接口；
- 2 标称节电率达到 15%以上；
- 3 软启动保证启动调压过程不会冲击光源；
- 4 当出现故障时，能转为自动旁路功能；
- 5 在输入、输出主电路中应有明确的通断触点；
- 6 可自动、手动转到旁路运行；
- 7 应具有标准通讯端口。

5.1.3 技术参数

1 技术指标

1) 承受输入电压：

- 三相 380V+15%，380V-10%；
- 单相 220V+15%，220V-10%。

2) 输入电压频率：50±1Hz；

3) 输出电压：正弦波，失真率小于 1%；

4) 输出电压范围：190~220V；

5) 每级电压调整幅度≤工作电压的 5%；每级电压调整延迟时间不少于 1 分钟；

6) 谐波：无谐波污染，无谐波畸变，通过《电器照明和类似设备的无线电骚扰特性的限制和测定方法》(GB17743)；

7) 稳压精度：±2.5%；

8) 损耗：空载损耗≤1%，负载损耗≤3%；

9) 设备过载能力要求：过载达到 120%时可持续 30 秒，超出时自动切到旁路；

10) 控制等级：工业级；

11) 主电路绝缘：阻值≥100MΩ；

12) 外壳防护等级：IP45 及以上；

13) 使用寿命：15 年（24 小时带电状态下）；

2 环境要求

1) 温度：-20℃~+65℃；

2) 相对湿度：≤95%，不结露；

3) 工作环境：户外。

5.2 单灯节能

5.2.1 光源的选择

道路照明应选择高光效、长寿命的高强气体放电灯光源，选择光源在符合《城市道路照明设计标准》（CJJ45）的规定同时宜选用寿命长的节能灯。

5.2.2 灯具的要求

1 快速路、主干路必须采用截光型、半截光型灯具；次干路应采用半截光型灯具；支路宜采用半截光型灯具。灯具的效果要求照明效率高、发光效果好、亮度均匀。

2 居住区道路、商业街可采用装饰性的灯具，但也要结合节能要求保证亮度和美化的前提下，尽量减少光源、灯具的数量。

3 普通道路选用的灯其效率不低于 75%，选用泛光灯时灯具效率不能低于 70%。

5.2.3 无功平衡电容补偿

补偿后的功率因数应达到 0.85 以上。

5.2.4 镇流器的选择

采用节能型镇流器，要求其自身共耗小，光效比高；开灯涌流宜为正常电流的 15（10）倍以下；使用寿命应在 10 年以上。

5.3 半夜灯节能

5.3.1 结合天津市路灯处监控系统的开关灯控制分类制定相应的半夜灯灭灯方式，基本分类有：下半夜灭半数灯、22:00 灭河道灯景观灯、23:00 全灭部分地区路灯等多分组控制，灭灯时间根据要求和重要假日可作相应调整。

5.3.2 双排双光源或三光源灯

一般快速路、主干路和次干路上经常采用双光源灯（或三光源）的安装方式，在车流量和行人稀少的时间段内采取灭一盏（三光源灭两盏）的办法，在设计施工时要求电缆能进行分相供电、电缆至少应为四芯电缆。考虑分相回路平衡问题，以及与支路、居住区走相同电源时这些路段供电问题，要有公共相。

为灭灯后整齐美观，要求同一个回路控制内侧灯或是外侧灯，或是不同回路但要求同一种控制方式启闭相应的路灯。同时保证照度的均匀度和满足平均照度标准，与其它路相交处要避免眩光现象产生。在拐弯处或是非对称布灯路段考虑灭灯后能否满足照度要求，不满足情况下建议不要建成半夜灯形式。

1 灭灯方式：

1) 双排双火灯：其中快速道、慢速道各一火的，下半夜起停慢速道；仅快速道两火的，下半夜停一火；

2) 双侧三火灯：其中快速道两火、慢速道一火的，下半夜起停快速道和慢速道各一火；双侧快车道三火的，下半夜起停靠近人行道侧一火。

5.3.3 双排单光源灯

道路宽度小于 30m 且路灯布灯为双排单光源灯的道路可采用灭单排的半夜灯方式，半夜灯灭灯时间可延后，照度均匀度和平均照度等各项标准可适当放低要求。快速路平均照度不小于 15lux，均匀度不小于 0.2；主干路平均照度不小于 10lux，均匀度不小于 0.2；次干路平均照度不小于 10lux，均匀度不小于 0.1。

选择灭左排还是右排时考虑相交道路流入此路哪侧的车流量相对较小，与其它路衔接地带的照度问题。

对于部分人行道侧有专门用来照人行道的路灯要在下半夜关闭；人行道与机动车道之间的路灯成“Y”或“T”字型，在下半夜也要关闭人行道一侧的灯。

5.3.4 单排单光源灯

道路灯为单排灯，宽度 20m 以下的道路允许采用亮一个灭一个的节能方式，对于照度均匀度可放低要求。在拐弯处等特殊路段要求不灭灯。设计时要求考虑敷设电缆满足上述灭灯要求。

5.4 供电线路节能

5.4.1 新装、改造道路路灯宜接在离其最近的电源端，10kV 线路距离不宜超过 10km；正常运行情况下，照明灯具端电压应维持在额定电压的 90~105%，路灯专用变压器宜选择符合国家节能要求的变压器。

5.4.2 对于新建路灯工程一定要有线路节能设备，有效的节约电能。选用节能器时要综合评估其性价比、有效率、维护工作量等，节能效果达不到 15% 的不能采用。

5.5 节能标准

5.5.1 机动车交通道路照明应以照明功率密度（LPD）作为照明节能的评价指标。

5.5.2 机动车交通道路的照明功率密度值不应大于表 5.5.2 的规定。

表 5.5.2 机动车交通道路的照明功率密度值

道路级别	车道数 (条)	照明功率密度值 (LPD) (W/m ²)	对应的照度值 (lux)
快速路 主干路	≥6	1.05	30
	<6	1.25	
	≥6	0.70	20
	<6	0.85	
次干路	≥4	0.70	15
	<4	0.85	
	≥4	0.45	10
	<4	0.55	
支路	≥2	0.55	10
	<2	0.60	
	≥2	0.45	8
	<2	0.50	

注：1 本表仅适用于高压钠灯，当采用金属卤化物灯时，应将表中对应的 LPD 值乘以 1.3。

2 本表仅适用于设置连续照明的常规路段。

3 设计计算照度高于标准值时，LPD 值不得相应增加。

6 路灯监控终端选用

6. 0. 1 基本要求:
 - 115 路模拟量数据采集 (3 路交流电压、12 路交流电流);
 - 216 路开关量输入采集;
 - 34 路以上控制量输出, 具有定时自控功能;
 - 4 具有的接口能与配套的 MODEM、电脑等设备通信;
 - 5 具有实时时钟并且失电后继续走时, 确保时间的准确性;
 - 6 主动报警功能;
 - 7 自带不间断电源, 断电后 24 小时自身供电, 具备系统过压及失压功能;
 - 8 具有的接口可实现扩展抄表功能。
6. 0. 2 通信标准:
 - 1 与天津市当前使用的监控系统兼容;
 - 2 通电情况下保证实时在线。
6. 0. 3 技术指标:
 - 1 工作电压及输入电压模拟量:
 - 1) 工作电压: 220V/380V;
 - 2) 允许偏差: $\pm 15\%$;
 - 3) 允许电压畸变率: 小于 5%;
 - 4) 测量频率: $50 \pm 0.2\text{Hz}$ 。
 - 2 输入电流模拟量:
 - 1) 电流模拟量输入阻抗不大于 0.5Ω ;
 - 2) 输入范围: $0 \sim 5\text{A}$ 。
 - 3 数据精度:
 - 1) 电压、电流采样精度: 不低于 1.0 级;
 - 2) 功率测量精度: 不低于 1.5 级;
 - 3) 时钟误差: 小于 0.12s/h ;
 - 4) 功耗: 小于 5VA 。
 - 4 安全性及电磁兼容性:
 - 1) 绝缘电阻: 大于 $10\text{M}\Omega$;
 - 2) 工频耐压: 大于 2kV ;
 - 3) 耐冲击电压: 6kV , 正负级各 10 次 (波形为 1: 2/50ms);
 - 4) 抗静电放电影响: 8kV ;
 - 5) 抗磁场影响: 50Hz 、 400A (0.5MT);
 - 6) 抗电源电压波动及随机中断影响;
 - 7) 抗高频传导干扰供模 5kV , 差模 1kV ;
 - 8) 外壳材质为不锈钢, 防护等级达到 IP55 以上。
6. 0. 4 工作环境
 - 1 电源: $220\text{V} \pm 15\%$;
 - 2 频率: $50 \pm 1\text{Hz}$;
 - 3 工作环境: 户外, 具有防尘功能;
 - 4 环境温度: $-20 \sim +65^\circ\text{C}$;
 - 5 相对湿度: 小于 90%。

附录 A 路灯主要电气设备选型参考标准

A. 0. 1 变压器

1 变压器的选型应符合 GB/T17468 《电力变压器选用导则》

2 变压器的套管：应符合 GB/T4109 《高压套管技术条件》

A. 0. 2 路灯断路器

1GB1984 《交流高压断路器》

2DL/T615 《交流高压断路器参数选用导则》

3GB311.1 《高压输变电设备的绝缘配合》

4GB8287 《高压支柱绝缘子》

A. 0. 3 高压开关柜

1DL791 《户内交流充气式开关柜选用导则》

2GB3906 《3~35kV 交流金属封闭开关设备》

A. 0. 4 避雷器

1DL/T804 《交流电力系统金属氧化物避雷器使用导则》

2GB11032 《交流无间隙金属氧化物避雷器》

A. 0. 5 导线

1GB3428 《架空绞线用镀锌钢线》

2GB/T1179 《圆线同心绞架空导线》

3GB/T17937 《电工用铝包钢线》

4DL/T741 《架空送电线路运行规程》

A. 0. 6 电缆

1DL401 《高压电缆选用导则》

2GB/T12706 《额定电压 1kV ($U_m=1.2kV$) 到 35kV ($U_m=40.5kV$) 挤包绝缘电力电缆及附件》

3GB11033 《额定电压 26/35kV 及以下电力电缆附件基本技术要求》

本标准用词说明

1 为便于在执行本标准条文时区别对待，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，在条件许可时首先应这样做的：

正面词采用“宜”；

反面词采用“不宜”；

表示有选择，在一定条件下可以这样做的，采用“可”。

2 条文中规定按其它有关标准执行时的写法为：“应符合……的规定”或“应按……执行”。

天津市工程建设标准

天津市路灯设施建设 运行管理技术标准

DB29-188-2008

J 11242-2008

条文说明

2008 天 津

目 次

1 总则	61
2 术语	62
3 路灯工程建设	63
3.1 一般规定	63
3.2 路灯主要电气设备选型	68
3.3 路灯工程施工技术和验收	69
4 路灯运行维护管理	70
4.1 运行维护原则	70
4.2 路灯设备运行	70
5 路灯节能	71
5.1 路灯节电器选用要求	71
5.2 单灯节能	71
5.3 半夜灯节能	71
5.4 供电线路节能	71
5.5 节能标准	71
6 路灯监控终端选用	72

1 总 则

- 1. 0. 1 本条为制定本标准的目的。
- 1. 0. 2 本条为本标准的适用范围。本标准只包括那些与城市道路关系密切的特殊场所，而不是全部特殊场所。
- 1. 0. 3 本条为城市道路照明的设计、施工原则。
- 1. 0. 4 本条为本标准与其他相关标准的关系。

2 术 语

本章列出了本标准所采用的专门术语，分别参考了《建筑照明术语标准》JGJ/T 119、国际照明委员会以及一些国家的相关标准或规范。

3 路灯工程建设

3.1 一般规定

3.1.1 城市道路依据使用功能的不同分为主干道（含快速路）、次干道、支路三级。

1 主干道（含快速路）

主干道与快速路共同构成城市主要交通走廊，贯通城区大部、连接中心城各部分或郊区重要公路。主干道为市域范围内较长距离出行提供服务，其“通行”功能优于“通达”功能。对于我市这样的特大城市，主干道主要提供行驶车速、通行条件介于快速路和其他道路之间的服务。

主干道一般为双向 6-8 车道

其中快速路设有中央分隔带。双向具有 6 条及以上机动车道，全部或部分采用立体交叉与控制出入，供汽车以较高速度行驶。快速路具有较强的通过性交通特点，服务于市域范围长距离的快速交通及快速对外交通。快速路的服务是针对高速度的汽车交通。

道路红线宽度 50m 以上，设计车速 60~80km/h，车道宽度一般为 3.5m，客车专用车道可降至 3.25m。

2 次干道

城市次干道是城市内部区域间联络干道，兼有集散交通和服务性功能。次干道服务对象的多样性决定了其功能的多样性。次干道既要汇集支路的交通，又疏解来自主干道和部分快速路的出入交通。

次干道能够布置双向 4 条机动车道、2 条非机动车道和人行道。一般景观性次干道对道路根据绿化或其他设施要求而定。

3 支路

城市支路是次干道与街坊内部道路的连接线，以服务功能为主。天津市内、外环之间支路以能够通行机动车和非机动车、行人为主要的道路。

3.1.2 城市道路照明指标

城市道路照明根据道路使用功能的不同而分为机动车交通道路照明和人行道路照明两类。由于这两类照明的评价指标及数值要求都有很大不同，因此要分别进行规定。

本条规定了设置连续照明的机动车交通道路的照明标准值。

1 本条的亮度评价系统标准包括路面平均亮度、亮度总均匀度、亮度纵向均匀度、阈值增量以及环境比的标准值。这些数值的确定参考了 CIE、IESNA 等国际照明组织以及一些国家的照明标准，实现了国际标准接轨。照度评价系统则规定了路面平均照度及照度均匀度的标准值。

2 标准数值的提出还充分考虑了目前我国的经济水平和发展水平和城市道路照明状况。通过对国内部分城市道路照明的调查和现场实际测量，结果表明，目前我国部分城市一些新建道路的平均亮度（或照度）已达到或超过本标准所规定的高档值的要求。预计经过一段时间，通过各方的努力，我国城市的道路照明完全能达到本标准的要求。此外，制定本标准的目标是要求在若干年后本标准的水平不落后，因此本标准所规定的各项标准值是恰当的。

3 本标准中规定的平均亮度（或照度）值是维持值，这一点与 CIE 的固定有所不同，同样的数值在 CIE 推荐标准中称之为最小维持值。研究表明，这一数值基本上是满足机动车驾驶员视觉作业要求的合理数值，再提高路面亮度水平对驾驶员的视觉作业没有太多的帮助，反而会造成能源浪费、光污染、光干扰等问题。目前，国内有一种追求“越亮越好”

的趋势，这已成为认识上的一大误区，需要加以纠正。进行照明设计时，应以这一数值为基准，避免进行更高亮度的攀比。

4 在同样的照明条件下，路面的亮度水平和路面材料有很大关系。同样得到 $1\text{cd}/\text{m}^2$ 的平均亮度所需要的平均照度在各种路面上是不一样的，严格说来还与路面的磨损程度、灯具的配光类型等因素有关。由于我国城市中的多数道路都采用沥青路面，也有一些水泥混凝土路面，为便于设计人员使用，本标准中只给出了适用于沥青路面的平均照度值，若系水泥混凝土路面，因其平均亮度系数约为沥青路面的 1.4 倍，故其所需的平均照度约为沥青路面的 70%。

5 表中的各项数值之所以仅适用于干燥路面是因为路面的反光特性在潮湿状态下和干燥状态下有很大的不同，干燥状态下的照明指标在潮湿状态下就达不到，比如亮度总均匀度，干燥状态下为 0.4 的路面在潮湿状态下要达到 0.2 都很困难。因此对潮湿路面要另外规定一套指标。但是由于在国际上的研究工作也尚未完全成熟，所以在本标准中不考虑潮湿路面的照明问题。

6 本标准中对同一级道路规定了两种平均亮度值和平均照度值，即低档值和高档值。

道路照明标准值是根据车辆行驶速度、交通流量等因素来确定的，与城市的性质和规模没有必然的联系。但是由于我们国家还缺乏交通流量、交通事故与道路照明关系的详细调查统计和分析资料，因此为了合理地配置资料和节省能源，本标准作出了可选择的低档值的规定。

本条所言交通控制系统是指交通信号灯、交通标准、方向标志以及道路标志等。到分隔设施是指道路中间或两侧的分车带以及机动车、非机动车和行人之间的其他分隔设施，如护栏等。若交通控制系统和道路分隔设施完善，不同类型的道路使用者的分隔状况良好，则机动车驾驶员在作业时可以在很放松的心态下操作，精神压力较小，因而对照明要求可以适当降低，此时可以采用低档值；反之宜采用高档值。

3. 1. 3 本条规定了商业区和居住区主要供行人和非机动车使用的人行道路的照明标准值。在作本条规定时，重点参考了 CIE、IESNA、日本、德国等国家和国家组织的照明标准及技术文件。由于在同一个商业区或居住区内往往有许多道路，而且各条道路上的行人流量又不一样，因此，在进行照明设计时应根据行人流量选取不同的照度值。

本条是对机动车交通道路一侧或两侧设置的非机动车道路的照明要求。当非机动车与机动车道之间没有分隔（即为单幅路）时，应统一执行机动车道的照明标准；而当两者用分车带进行分隔时，根据环境比参数要求，非机动车道的照度值宜为相邻机动车道路照度值的 $1/2$ 。

本条为对机动车交通道路一侧或两侧设置的人行道路的照明要求。当人行道与非机动车道混用时，宜执行非机动车道路的照明标准；而当两者分开设置时，依据环境比的要求，人行道路的平均水平照度宜为非机动车道路平均水平照度的 $1/2$ ，如果按此办法得到的水平照度低于 5lux 时，则执行 5lux 的照度标准。本标准把 5lux 作为各类道路照明水平的下限。

最小垂直照度为道路中心线上距路面 1.5m 高度处，垂直于路轴的平面的面向主要人流两个方向上的最小照度。

3. 1. 4 本条规定在车辆交会区宜采用照度作为评价指标。这是由于在交会区车辆密集，驾驶员往往看不到前方路面，只能看到前方车辆的车身和车尾部，此外，交会区的道路形式及灯具布置比较复杂，路面亮度难于计算，因而无法采用路面亮度指标来进行照明评价。两条道路交会时，交会区的照度值按其中级别高的道路选取。

本标准所规定的交会区的照明水平和交会的主要道路的照明水平成正比，而且比平常路段高出 $50\%\sim 100\%$ 。在作这样的规定时，重点参考了 CIE 和 IESNA 等标准。

为了使交会区的照明水平和交会前路段照明水平相匹配，也规定了照明标准的高档值和

低档值

3.1.5 本条无条文说明

3.1.6 常规照明和高杆照明这两种照明方式的分类和命名是许多国家的通用作法。它们是道路照明的主要照明方式,应根据照明道路或场所的特点及照明要求进行选择。除此之外,还有一种链式照明方式,但由于使用较少,而且主要用于高速公路,城市道路上基本不用,故未予以列入。

本条归纳了常规照明灯具布置的五种基本方式,规定了采用常规照明方式时应符合的要求。

1 如果灯具的悬挑长度过长,一是会降低装灯一侧路缘石和人行道的亮度(照度);二是悬臂的机械强度要求高,而且可能会造成灯具和光源发生振动,影响它们的使用寿命;三是影响美观,造成悬臂和灯杆之间的比例不协调;四是造价也会增加,故悬挑长度不宜过长。

增大灯具的仰角,虽然会增加到达灯具对面一侧路面光线的数量,可路面亮度并不会显著增加;特别是在弯道上,如果灯具仰角过大,产生眩光的可能性就会增加,光污染也会增加。因此灯具的仰角也应予以限制。

悬挑长度不宜超过安装高度的1/4及仰角不宜超过 15° 的规定是参考了CIE的文件及有关国家的标准确定的。

2 与灯具安装有关的各种参数,只要满足表3.1.6的要求,便可基本保证路面的照明质量达到本标准的要求。给出该表的目的是方便照明设计人员进行设计和计算,但最终数值应通过计算确定。

3.1.7 本条无条文说明。

3.1.8 本条无条文说明。

3.1.9 本条无条文说明。

3.1.10 本条无条文说明。

3.2 路灯主要电气设备选型

3.2.1 本条根据天津电网多年的设备运行实际情况制定。

3.2.2 本条所涉及设备的选用均参考相关国颁标准及电力企业行业标准,并根据设备实际运行情况、特点而制定。

3.3 路灯工程施工技术和验收

路灯工程的施工质量市路灯设施安全高效运行的保障,合理的安装工艺、先进的技术、优质高效的施工器材、设备以及严格执行地交接验收规定是确保照明设施安全、经济运行,为城市工程建设的发展、为方便市民生活出行、为美化城市服务的前提条件。在路灯工程施工中应符合设计要求和施工标准。

4 路灯运行维护管理

4.1 运行维护原则

本节无条文说明。

4.2 路灯设备运行

本节无条文说明。

5 路灯节能

5.1 路灯节电器选用要求

路灯供电线路是非线性电阻回路，光源多为气体放电型的高压钠灯、金属卤化物灯、荧光灯等，启动时需要在工频电压下启动，正常工作后允许降低电压值在欠饱和情况下工作。尤其是深夜电网用电负荷减少的情况下，电网电压会有一定变化，采用节能产品使电压有所降低，减少有功功率的同时延长灯具寿命。

5.2 单灯节能

结合天津市路灯的供电方式，有 90% 的路灯线路为 10 千伏电压等级专用线路供电，每个路灯专用变电站所带线路较长，基本已到最大定值，不适宜进行变压器集中电容补偿。所以主要要求每盏灯具有无功补偿功能，避免造成整个回路电压降低、损失有功功率。

5.3 半夜灯节能

本节无条文说明。

5.4 供电线路节能

本节无条文说明。

5.5 节能标准

本节无条文说明。

6 路灯监控终端选用

本节无条文说明。