

ICS 号
中国标准文献分类号

团 体 标 准

T/CMEA XXXX—XXXX

道路照明灯杆及附属设施结构检测鉴定技术规范

Technical specifications for the inspection and identification of road
lighting poles and ancillary facilities

(征求意见稿)

在提交反馈意见时，请将您知道的相关专利连同支持性文件一并附上。

XXXX - XX - XX 发布

XXXX - XX - XX 实施

中国市政工程协会 发布

前 言

根据中国市政工程协会《关于下达〈2021年度中国市政工程协会团体标准制（修）订计划〉的通知》（中市协[2021]63号）要求，为规范城市道路照明灯杆设施检测鉴定方式，确保城市道路照明灯杆设施结构安全，中国市政工程协会城市照明专业委员会会同中电投工程研究检测评定中心等单位经过充分调查研究，认真总结实践经验，并在广泛征求意见的基础上，编制了本文件。

本文件共分10章和1个附录，主要技术内容是：1.总则；2.术语；3.基本规定；4.灯杆基础及土体检测；5.灯杆上部结构检测；6.灯杆附属设施检测；7.电气安全检测；8.灯杆防雷装置检测；9.灯杆承载力验算；10.灯杆综合安全性鉴定；附录c、 ϕ 值经验参数选取表。

请注意本文件的某些内容可能涉及专利。本文件的发布机构不承担识别专利的责任。

本文件由中国市政工程协会城市照明专业委员会归口。由中国市政工程协会城市照明专业委员会和中电投工程研究检测评定中心有限公司共同负责具体技术内容的解释。在执行过程中如有意见和建议，请寄送至中国市政工程协会城市照明专业委员会（地址：北京市丰台区方庄路2号，邮政编码：100078），以便修订时参考。

本文件主编单位：中电投工程研究检测评定中心有限公司
中国市政工程协会城市照明专业委员会
北京市城市照明管理中心

本文件参编单位：北京科技大学
上海三思电子工程有限公司
中国建材检验认证集团股份有限公司
上海五零盛同信息科技有限公司
杭州华普永明光电股份有限公司
龙腾照明集团股份有限公司
北京路明路灯电气安装有限公司
北京市城市照明协会

本文件主要起草人：

本文件主要审查人：

目 次

1	总则	1
2	术语和符号	2
2.1	术语	2
2.2	符号	3
3	基本规定	4
3.1	灯杆的检测分类	4
3.2	鉴定程序及要求	4
3.3	检验批及抽样要求	5
3.4	检测设备和检测人员	7
3.5	检测鉴定报告	7
4	灯杆基础及周边土体检测	8
4.1	一般规定	8
4.2	损伤及缺陷检查	8
4.3	尺寸及覆土厚度检测	8
4.4	材料强度检测	8
4.5	钢筋配置检测	9
4.6	锚栓抗拔强度检测	9
4.7	周边土体检测	9
4.8	抗倾覆实荷加载模拟试验	10
5	灯杆上部结构检测	12
5.1	一般规定	12
5.2	损伤及缺陷检查	12
5.3	焊缝及重点部位缺陷检测	12
5.4	变形检测	13
5.5	尺寸检测	14
5.6	材料强度检测	14
5.7	防腐涂层厚度检测	15
5.8	连接质量检测	15
5.9	自振频率检测	15
6	灯杆附属设施检测	17
7	电气安全检测	18
7.1	接地连续性试验	18
7.2	绝缘电阻试验	18
8	灯杆防雷装置检测	19
9	灯杆承载力验算	20
9.1	上部结构承载力验算	20
9.2	基础抗倾覆验算	21
10	灯杆综合安全性鉴定	23
10.1	一般规定	23
10.2	鉴定评级标准	23
10.3	上部结构鉴定评级	24
10.5	基础鉴定评级	25

10.5 电气系统鉴定评级	26
附录 c、 φ 值经验参数选取表	27
本标准用词说明	28
引用标准名录	29
附：条文说明	30

Contents

1	General Provisions	1
2	Terms and Symbols	2
	2.1 Terms	2
	2.2 Symbols	3
3	Basic Requirements	4
	3.1 Classification for Lamp Pole Inspection	4
	3.2 Process and Requirements for Appraisal	4
	3.3 Inspection Lot and Sampling Requirements	5
	3.4 Inspection Equipment and Personnel	7
	3.5 Inspection Report	7
4	Foundation and Soil Testing	8
	4.1 General Requirements	8
	4.2 Damage and Defects Checking	8
	4.3 Dimension and Covering Thickness Testing	8
	4.4 Material Strength Testing	8
	4.5 Rebar Configuration Testing	9
	4.6 Anchor Bolt Pull-out Strength Testing	9
	4.7 Soil Testing	9
	4.8 Simulation Testing of Anti-overturning load	10
5	Lamp Pole Structure Testing	12
	5.1 General Requirements	12
	5.2 Damage and Defects Checking	12
	5.3 Discontinuity Testing of Weld and Key Parts	12
	5.4 Deformation Testing	13
	5.5 Dimension Testing	14
	5.6 Material Strength Testing	14
	5.7 Anti-corrosion Coating Thickness Testing	15
	5.8 Connection Quality Checking	15
	5.9 Natural Frequency Testing	15
6	Ancillary Facilities Testing of Lamp Pole	17
7	Electrical System Safety Inspection	18
	7.1 Grounding Continuity Testing	18
	7.2 Insulation Resistance Testing	18
8	Lightning Protection Device Inspection for Lamp Pole	19
9	Bearing Capacity Checking for Lamp Pole	20
	9.1 Structure Bearing Capacity Checking	20
	9.2 Foundation Anti-overturning Capacity Checking	21
10	Rating for Comprehensive Safety Appraisal	23
	10.1 General Requirements	23
	10.2 Rating Standards for Appraisal	23
	10.3 Rating for Structure Appraisal	24
	10.5 Rating for Foundation Appraisal	25

10.5 Rating for Electrical System Appraisal	26
Appendix c、φ Empirical parameter selection table	27
Explanation of Wording in this Code	28
List of quoted Standards	29
Addition: Explanation of Provisions	30

1 总则

1.0.1 为规范城市内照明、景观用灯杆结构安全性的检测鉴定，合理选择检测鉴定方法，提高检测鉴定工作质量，制定本标准。

1.0.2 本标准适用于城市道路桥梁两侧用路灯灯杆，广场、园区、景区道路照明用灯杆等钢结构杆体的检测鉴定。

1.0.3 灯杆结构的检测鉴定，除应符合本标准的规定外，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 既有灯杆 existing lamp pole

已经建成投入使用的灯杆。

2.1.2 拟建灯杆 proposed lamp pole

提出相应设计，但尚未成形或未验证安装的灯杆。

2.1.3 补充弯矩 additional bending moment

实荷试验时，施加剪力后，灯杆根部弯矩仍未达到或已超出模拟计算的弯矩值时，另外施加的弯矩。

2.1.4 灯杆上部结构 structure of lamp pole

灯杆的法兰板、杆体和弯臂。

2.1.5 灯杆基础 foundation of lamp pole

连接和固定灯杆法兰盘的构件，可为埋于地下的独立混凝土基础，也可为桥梁或建筑物的主体结构的预留支座。

2.1.6 附属设施 ancillary facilities

灯杆上安装的旗帜、装饰物、摄像头等设备设施。

2.1.7 电气系统 electrical system

为路灯上的灯具、附属设施供电的电气系统。

2.1.8 防雷装置 lightning protection device

为路灯提供防雷接地的装置。

2.1.9 综合安全性鉴定 comprehensive safety appraisal

依据检测结果，综合灯杆的结构、电气、防雷安全性评定结果，给出的整体性安全评价。

2.2 符号

S —结构构件内力组合的设计值，包括组合的弯矩、轴力和剪力设计值等（斜体）

γ_G —永久作用分项系数

γ_w —可变作用分项系数

S_{GE} —永久作用标准值的效应

S_{wk} —可变作用标准值的效应

R —抗力

w_k —作用在灯杆结构 z 高度处单位投影面积上的风荷载标准值，单位： kN/m^2

w_0 —基本风压，取值不得小于 0.35kN/m^2

μ_z —高度 z 处的风压高度变化系数

μ_s —风荷载体型系数

β_z —高度 z 处的风振系数

M_f —倾覆弯矩，单位： $\text{kN}\cdot\text{m}$

M_{kf} —抗倾覆弯矩，单位： $\text{kN}\cdot\text{m}$

M_r —基础周围土压力提供的抵抗基础倾覆的弯矩，单位： $\text{kN}\cdot\text{m}$

γ_f —抗倾覆稳定系数， $\gamma_f=1.5$

h —基础高度，单位： m

b —为基础底边宽度， m

H —灯杆上部结构高度，单位： m

K_a —朗肯主动土压力系数

K_p —朗肯被动土压力系数

c —土的粘聚力

φ —土的内摩擦角

k_0 —静止土压力系数

3 基本规定

3.1 灯杆的检测分类

- 3.1.1 灯杆的检测可以分为拟建灯杆检测和既有灯杆检测。
- 3.1.2 灯杆安装完毕后的验收检测，应按既有灯杆的检测流程进行检测。
- 3.1.3 当遇到下列情况之一时，应按拟建灯杆的检测流程进行检测：
- 1 新型灯杆定型后，安装应用之前；
 - 2 计划在既有灯杆上进行增加设备、设施等改造，对灯杆结构的受力有改变时。
- 3.1.4 灯杆的现场检测，应为灯杆的结构安全性鉴定提供真实可靠、有效的数据和支撑。

3.2 鉴定程序及要求

- 3.2.1 拟建灯杆和既有灯杆的检测鉴定工作程序，应按图 3.2.1 进行。
- 3.2.2 现场调查应包括下列工作内容：
- 1 收集被检测灯杆的设计图纸、施工记录、施工验收材料和工程地质资料；
 - 2 调查被检测灯杆的现状、环境条件、使用期间是否经历过检测或维修；
 - 3 明确委托方的检测目的和具体要求。
- 3.2.3 检测项目应根据现场调查情况确定，并应制定相应的检测方案。检测方案宜包括下列主要内容：
- 1 工程概况，主要包括灯杆设计依据、结构形式、高度、材料类型、负载信息、制造安装年代等；

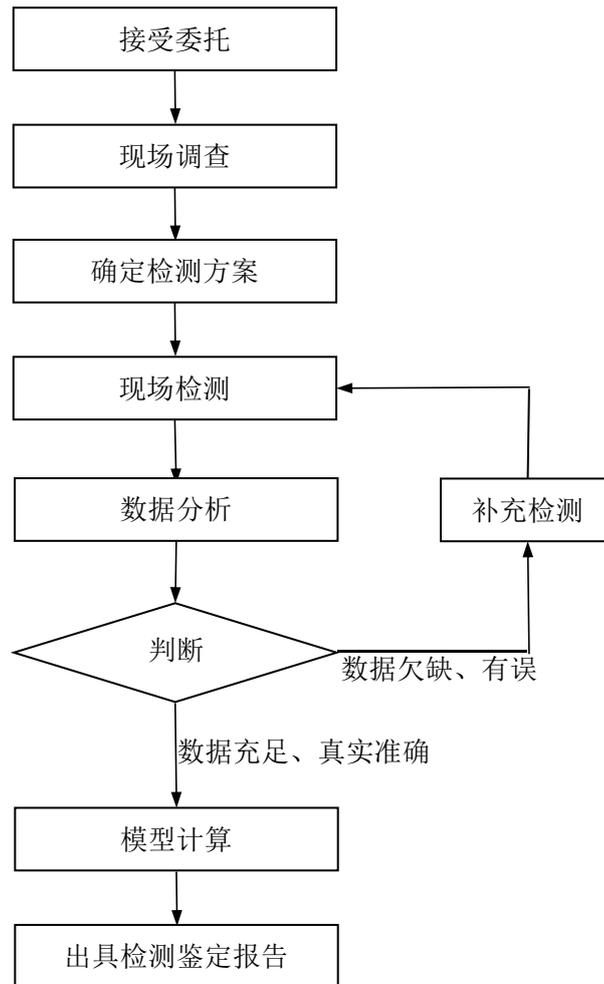


图 3.2.1 现场检测工作程序框图

- 2 检测目的和委托方的检测鉴定要求；
- 3 检测依据。主要包括检测所依据的标准和有关技术材料；
- 4 检测项目、选用的检测方法和抽样数量；
- 5 检测人员和检测设备情况；
- 6 检测工作进度计划；
- 7 委托方的配合工作；
- 8 检测中的安全措施。

3.2.4 现场原始记录应在专用记录纸上记录，数据应准确，字迹清晰，信息完整，不得追记、涂改，如有笔误，应进行杠改，并应由修改人签署姓名及日期。

3.2.5 当发现检测数据数量不足或检测数据出现异常情况时，应进行补充检测。

3.3 检验批及抽样要求

3.3.1 灯杆现场检测，可采用全数检测或抽样检测，当抽样检测时宜选用随机

抽样或约定抽样方法。

3.3.2 当遇到下列情况之一时，应采用全数检测：

- 1 外观缺陷或表面损伤的检查；
- 2 灯杆倾斜程度检查；
- 3 灯杆上安装的设备、悬挂物检查；
- 4 受检范围较小或灯杆数量少于 3 根；
- 5 灯杆质量状况差异较大；
- 6 损伤、倾倒等事故发生后结构受损情况的检查；
- 7 委托方要求进行全数检测。

3.3.3 拟建灯杆应将相同结构类型、相同生产工艺的灯杆作为总样本，检测批可由几个投产批或投产批的一部分组成。检测批的大小由委托双方根据实际情况自行规定。一般情况下，抽样检测数量参照表 3-1 的检测类别 A。若检测项目合格，则判定为出厂检验合格。否则应剔除不合格品后加倍抽样进行复检，若复检后仍有不符合要求的项目，则停止检验，并判定该批次检验不合格。

3.3.4 既有灯杆应将相同结构类型、材质、尺寸、地理条件和相近时间安装的灯杆作为一个检验批。按检验批抽样检测时，每批计数和计量的抽样检测的最小样本容量不应小于表 3.3.4 的限定值。

3.3.5 灯杆抽样检测时，对全数检测的项目，应按单个灯杆进行判定，对抽样检测的项目，应按整体进行判定。

表 3.3.4 构筑结构抽样检测的最小样本容量

检测批的容量	检测类别、样本最小容量			检测批的容量	检测类别、样本最小容量		
	A	B	C		A	B	C
2-8	2	2	3	151-280	13	32	50
9-15	2	3	5	281-500	20	50	80
16-25	3	5	8	501-1200	32	80	125
26-50	5	8	13	1201-3200	50	125	200
51-90	5	13	20	3201-10000	80	200	315
91-150	8	20	32	-----	---	---	---

注：检测类别 A 适用于一般施工质量的检测，检测类别 B 适用于结构质量或性能的检测，检测类别 C 适用于结构质量或性能的严格检测或复检。

3.4 检测设备和检测人员

3.4.1 灯杆检测所用仪器设备和量具应有产品合格证、计量检定机构出具的有效期内的检定（校准）证书，设备应处于检定（校准）有效期内。仪器设备的精度应满足检测项目的要求，检测所用检测试剂应标明生产日期和有效期，并应具有产品合格证和使用说明书。

3.4.2 检测人员应经过培训取得上岗资格，从事无损检测的人员，应按进行相应级别的培训考核，并持有相应考核机构颁发的资格证书。

3.4.3 从事无损检测的人员视力应满足下列要求：

- 1 每年应检查一次视力，无论是否经过矫正，在不小于 300 毫米距离处，一只眼睛和两只眼睛的近视力，应能读出 Times New Roman4.5。
- 2 从事磁粉检测的人员，不得有色盲。

3.4.4 现场检测工作应由两名或两名以上检测人员承担。

3.4.5 检测人员开展工作前，应判定检测工作所处环境的危险因素，设置相应安全防护措施，佩戴安全帽、防滑鞋、安全带、反光背心等。

3.5 检测鉴定报告

3.5.1 检测鉴定报告应对所检测的项目做出是否符合设计文件要求或标准要求的结论，既有灯杆的检测鉴定报告，应给出所检项目的鉴定结论，并宜给出相应处理建议。

3.5.2 检测鉴定报告应包括下列内容：

- 1 委托单位名称、检测单位名称；
- 2 工程概况，包括名称，结构类型，数量、施工日期、现状；
- 3 建设单位、设计单位、施工单位等；
- 4 检测目的、检测原因；
- 5 以往检测情况概述；
- 6 检测项目、检测方法及依据的标准；
- 7 抽样方法及数量；
- 8 检测日期和报告完成日期；
- 9 检测项目中的检测数据、模型计算结果、检测鉴定结论；
- 10 主检、审核和批准人员的签名。

4 灯杆基础及周边土体检测

4.1 一般规定

4.1.1 基础检测应包含基础外观损伤及缺陷检查、尺寸及覆土厚度检测、材料强度检测、钢筋配置检测、基础锚栓抗拔强度检测等。

4.2 损伤及缺陷检查

4.2.1 直接目视检测时眼睛与被检基础表面的距离不得大于 600mm，视线与被测基础表面形成的夹角不得小于 60°，并宜从多个角度对基础进行观察。

4.2.2 基础混凝土表面不得出现露筋，蜂窝，孔洞，夹渣，疏松，裂缝等外表缺陷。基础各边应线条笔直，无歪斜，无破损。

4.2.3 对基础混凝土的中空部位应测量各个部位尺寸。

4.2.4 尺寸测量精度不应低于 1mm。

4.3 尺寸及覆土厚度检测

4.3.1 基础尺寸检测应采用直接测量法。采用钢卷尺进行测量，测量时应在基础的 3 个不同部位进行测量，取 3 处测试值的平均值作为该尺寸的代表值。

4.3.2 覆土厚度检测应采用直接测量法。采用钢卷尺进行测量，测量时应先将基础上部的松散覆土除去，对密实的覆土进行厚度检测，测量 3 个不同部位，取 3 处测试值的平均值作为该尺寸的代表值。如基础上方无覆土，或基础上表面高出地面，应记录基础现状，测量基础埋在密实土体表面下的深度。

4.3.3 以上各部位尺寸测量精度不应低于 1mm。各部位尺寸的偏差不应超过 (+8、-5) mm

4.4 材料强度检测

4.4.1 本节适用于灯杆基础的混凝土抗压强度检测。

4.4.2 宜选用回弹法对混凝土的抗压强度进行抽样检测，检测方法及推定混凝土强度依据现行行业标准《回弹法检测混凝土抗压强度技术规程》JGJ/T 23 进行。

4.4.3 检测前应除去基础表面泥土和浮浆，待基础表面晾干后进行检测。回弹数据采集完成后，对构件混凝土碳化深度进行检测。

4.4.4 对于超出 1000 天的基础，混凝土抗压强度宜采用现行国家标准《民用建筑可靠性鉴定标准》GB 50292 的附录 K 进行龄期修正。

4.5 钢筋配置检测

- 4.5.1 灯杆基础钢筋配置检测包括钢筋位置及保护层厚度检测。
- 4.5.2 检测前应了解基础的钢筋配置情况、设计资料及检测区域内的钢筋分布状况和实际情况，选择满足检测要求的钢筋探测仪及适当的检测面，检测部位表面应清洁、平整。
- 4.5.3 待测钢筋直径未知时，宜剔凿出待测钢筋，采用游标卡尺对主筋、箍筋等钢筋直径进行实测。
- 4.5.4 检测钢筋保护层厚度宜采用电磁感应法进行无损检测，时如认为周边环境对检测结果有影响或钢筋公称直径未知时，应采用钻孔剔凿等方法进行验证。
- 4.5.5 采用原位剔凿方法验证钢筋保护层厚度时，应采用游标卡尺进行检测，检测结果精确至 0.02mm。
- 4.5.6 采用原位剔凿方法验证钢筋保护层厚度时，当与电磁感应法检测值差异不超过±2mm 时判定两个结果无明显差异，当检验批有明显差异，应对电磁感应法检测的钢筋保护层厚度检测值进行修正。
- 4.5.7 基础内部钢筋严重锈蚀的，应使用游标卡尺、钢卷尺等工具设备，采用实测法检测有效钢筋直径、钢筋保护层厚度和钢筋间距。

4.6 锚栓抗拔强度检测

- 4.6.1 灯杆基础的锚栓抗拔强度检测采用锚栓拉拔试验方法。
- 4.6.2 基础锚栓抗拔试验前应了解锚栓的设计拉拔力，选用合适的拉拔仪进行抗拔强度检测。
- 4.6.3 抗拔强度检测前，应将基础表面的浮浆清理干净，基础表面应平整。
- 4.6.4 试验时，应缓慢均匀地施加荷载，在达到设计拉拔力后，保持 2min，均匀释放荷载至零。
- 4.6.5 抗拔强度检测完成后，观察混凝土及螺栓是否发生破坏，并记录检查结果。

4.7 周边土体检测

- 4.7.1 灯杆基础周围土体的检测，可采用直接测量法或经验值法。
- 4.7.2 直接测量法。依据《土工试验方法标准》GB/T 50123 的规定，在灯杆基础周围取土样，送试验室做三轴压缩试验，得到土体有效黏聚力和有效内摩擦角 c 、 φ 值。

4.7.3 经验值法。当现场条件不满足通过 4.7.2 条方法计算得到 c 、 φ 值时，可参照《架空输电线路基础设计规程》DL/5219 附录 E “基础上拔、下压及倾覆稳定和地基承载力计算用表”，依据不同工程地质资料进行经验取值，参见附录 1。

4.8 抗倾覆实荷加载模拟试验

4.8.1 本节为模拟实际设计最大风荷载作用下的基础抗倾覆的实荷加载模拟试验。模拟试验应在与被测灯杆相邻区域进行，模拟试验用基础的形式和尺寸应与实际基础的形式和尺寸一致。

4.8.2 实荷加载模拟试验的荷载布置和测试仪器应能满足试验的要求。

4.8.3 实荷加载模拟试验的效应值应为采用有限元软件分析后得到的灯杆根部剪力和弯矩，输入条件可为灯杆设计条件，也可为符合工程实地实际情况的极端条件。所计算出的剪力和弯矩作为荷载检验值。

4.8.4 在实荷加载模拟试验时，宜选用尺寸参数和材料参数与实际一致的基础和灯杆。

4.8.5 基础的埋设方式及回填土质量应符合设计要求，基础上方应安装满足模拟试验施加荷载的条件，宜安装 1m 至 2m 高的灯杆杆体，灯杆杆体与基础的连接方式应满足设计要求。

4.8.6 实荷加载模拟试验应先经分析计算，选择适当的位置施加荷载。荷载应分级施加，每级荷载不宜超过荷载检验值的 20%。

4.8.7 加载过程中应进行基础变形的测试，在施加荷载前后对灯杆基础上表面测试点的相对高差、基础周边土体的状态进行检测。

4.8.8 达到模拟试验的荷载检验值后应持荷至少 15min，且应每隔 5 分钟测取一次变形值，直到变形值在 15 分钟内不再明显增加为止，读取数据后，应分级卸载，并应在每一级卸载后测取变形值。

4.8.9 灯杆基础的上表面测点高差变化、基础周边土体开裂的测量精度不应低于 1mm。

4.8.10 模拟试验当出现下列情况之一时，应立即停止试验：

- 1 灯杆杆件发生扭曲变形；
- 2 灯杆与基础连接的法兰盘发生变形；
- 3 基础发生明显倾斜，土体发生了开裂、挤压变形。

4.8.11 实荷加载模拟试验满足下列要求时可评价，在试验荷载检验值下，具有

足够的抗倾覆承载力：

- 1 基础上表面试验前后的水平夹角变化小于 $\arctan(1/750)$ ；
- 2 基础未出现倾斜、拔出现象；
- 3 基础周围土体未见开裂、挤压变形。

5 灯杆上部结构检测

5.1 一般规定

5.1.1 本节适用于拟建灯杆和既有灯杆的上部结构检测。

5.1.2 上部结构检测主控项目为：杆体损伤及缺陷检查、变形检测，一般项目包含灯杆尺寸检测、材料强度检测、防腐涂层厚度检测、表面质量磁粉检测、连接质量检测、自振频率检测等。主控项目应全数检查，一般项目应根据灯杆类型、悬挂物类型进行抽样检测，抽样比例应符合本标准第 3.3.5 条的要求。

5.2 杆体损伤及缺陷检查

5.2.1 本节适用于灯杆现场外观质量的检测。

5.2.2 直接目视检测时眼睛与被检灯杆表面的距离不得大于 600mm，视线与被测灯杆表面形成的夹角不得小于 30°，并宜从多个角度对灯杆进行观察。

5.2.3 检测时，被测灯杆表面的照明照度不宜低于 160 lx，当对细小缺陷进行鉴别时，照明照度不得低于 540 lx。

5.2.4 对细小缺陷进行鉴别时，可使用两倍至六倍的放大镜。对焊缝的外形尺寸检测时可用焊缝检验尺进行测量。

5.2.5 钢材表面不应有裂纹、折叠、夹层，钢材端边或断口处不应有分层、加渣等缺陷。

5.2.6 钢材的表面有锈蚀、麻点和划伤等缺陷时，其深度不得大于钢材厚度负偏差值的 1/2。

5.2.7 焊缝外观质量的目视检测应在焊缝清理完毕后进行，焊缝及焊缝附近区域不得有焊渣及飞溅物。焊缝目视检测的内容应包括焊缝外观质量，焊缝尺寸，焊缝质量应符合《金属材料熔焊质量要求》GB/T 12467 和《不锈钢复合钢板焊接技术要求》GB/T 13148 的有关规定。

5.2.8 灯杆防护涂层不应有漏涂，表面不应存在脱皮，泛锈、龟裂和起泡等缺陷，不应出现裂缝。涂层应均匀，无明显皱皮、流坠、乳突、针眼和气泡等，涂层与钢基材之间和各涂层之间应粘接牢固，无空鼓、剥脱层、明显凹陷、粉化松散和浮浆等缺陷。

5.3 焊缝及重点部位缺陷检测

5.3.1 本节适用于灯杆杆体上焊缝、截面突变处、杆体与法兰盘连接处等重点

部位的内部及近表面缺陷检测。

5.3.2 灯杆杆体厚度不小于 4mm，曲率半径不小于 60mm 的宜采用超声法检测焊缝内部缺陷，厚度小于 4mm 可采用磁粉检测法检测灯杆熔化焊焊缝的近表面的缺陷。

5.3.3 所用检测设备应符合现行国家标准《钢结构现场检测技术规范》GB/T 50621 及行业标准《钢结构超声波探伤及质量分级法》JG/T 203 的规定。

5.3.4 采用超声波法检测时，对于杆体钢材厚度不小于 8mm，曲率半径不小于 160mm 的应按照现行国家标准《钢结构现场检测技术规范》GB/T 50621 的要求进行。对于杆体钢材厚度为 4mm~8mm，曲率半径不小于 60mm 的应按照现行行业标准《钢结构超声波探伤及质量分级法》JG/T 203 的要求进行。

5.3.5 采用磁粉法检测表面和近表面的缺陷时，应按照现行国家标准《钢结构现场检测技术规范》GB/T 50621 的要求进行。

5.3.6 焊缝检测发现内部或仅表面缺陷的，应在灯杆上标记位置、缺陷类型及相关尺寸。

5.4 变形检测

5.4.1 本节适用于灯杆的变形检测。

5.4.2 变形检测可分为结构整体垂直度、整体平面弯曲以及局部变形等项目。

5.4.3 灯杆变形的测量可采用水准仪、经纬仪、激光垂准仪或全站仪等仪器。用于灯杆变形的测量仪器及其精度宜符合现行行业标准《建筑变形测量规范》JGJ 8 的有关规定，变形测量级别可按三级考虑。

5.4.4 应以设置辅助基准线的方法，测量结构的变形，对变截面的灯杆，尚应考虑初始位置和锥度的影响。

5.4.5 当测量灯杆垂直度时，仪器应架设在与倾斜方向成正交的方向线上，且宜距被测目标（1~2）倍目标高度的位置。测量灯杆安装主体顶部相对于底部的水平位移与高差，并分别计算垂直度，判断倾斜方向。

5.4.6 新建成的灯杆变形应符合设计要求和现行国家标准《钢结构工程施工质量验收规范》GB 50205 及《钢结构设计规范》GB 50017 等的有关规定。

5.4.7 投入使用 1 个月以上的灯杆变形应符合现行国家标准《工业建筑可靠性鉴定标准》GB 50144 等的有关规定。

5.5 尺寸检测

- 5.5.1 本节适用于灯杆的灯杆高度、直线度、截面尺寸、钢材厚度的检测。
- 5.5.2 灯杆高度、直线度、截面尺寸、钢材厚度应选用符合现场条件的方法和设备。
- 5.5.3 检测钢材厚度宜选用超声波测厚仪，应在灯杆的 3 个不同部位进行测量，取 3 处测试值的平均值作为钢材厚度的代表值。
- 5.5.4 在对钢材厚度进行检测前，应清除表面油漆层、氧化皮、腐蚀等，并打磨至露出金属光泽。
- 5.5.5 对于受腐蚀后的钢材厚度，应将腐蚀层除净、露出金属光泽后再进行测量。
- 5.5.6 检测前应预设声速，并应用随机标准块对仪器进行校准，经校准后方可进行测试。
- 5.5.7 钢材的厚度偏差应以设计文件规定的尺寸为基准进行计算；并应符合《热轧钢板和钢带的尺寸、外形、重量及允许偏差》GB/T 709 的规定。
- 5.5.8 灯杆高度、直线度、截面直径的偏差应符合《道路照明灯杆技术条件》CJ/T 527 的规定。
- 5.1.9 灯杆高度、直线度、截面直径等测量精度不应低于 1mm，灯杆壁厚测量精度不应低于 0.01mm。

5.6 材料强度检测

- 5.6.1 本节适用于灯杆的灯杆材料强度检测。
- 5.6.2 利用里氏硬度计对灯杆钢材的里氏硬度进行检测，换算成钢材抗拉强度。
- 5.6.3 检测设备应配有校准用的标准块，并在检测前后进行校准。
- 5.6.4 灯杆材料强度的测区数量根据杆体分节的数量确定，每一节杆体测区数量不应少于 3 处。
- 5.6.5 在对钢材厚度进行检测前，应清除表面油漆层、氧化皮、锈蚀层等，打磨至露出金属光泽，应避免由于打磨发热而导致的材料钢材表面硬度变化，测区打磨完后表面粗糙度应不大于 $2\mu\text{m}$ 。
- 5.6.6 检测时，应调整里氏硬度计内弹击角度，使其与实际弹击角度一致，每个部位测量 9 次里氏硬度值。
- 5.6.7 里氏硬度值与钢材抗拉强度的换算可依据现行国家标准《建筑结构检测

技术标准》GB/T 50344 附录 N 的规定进行，并给出钢材抗拉强度的特征值和强度等级。

5.7 防腐涂层厚度检测

- 5.7.1 本节适用于灯杆的防腐涂层厚度检测。
- 5.7.2 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，防腐质量应符合国家现行标准的相关规定。
- 5.7.3 防腐涂层厚度的检测应在涂层干燥后进行。测点部位的涂层应与钢材附着良好。检测时灯杆的表面不应有结露。
- 5.7.4 同一根灯杆应检测 3 处，每处应检测 3 个相距不小于 50mm 的测点。
- 5.7.5 使用涂层测厚仪检测时，应避免电磁干扰。
- 5.7.6 防腐涂层厚度检测，应经外观检查合格后进行。
- 5.7.7 涂层测厚仪的最大量程不应小于 1200 μm ，最小分辨率不应大于 2 μm ，示值相对误差不应大于 3%。
- 5.7.8 测试灯杆的曲率半径应符合仪器的使用要求。在弯曲试件的表面上测量时，应考虑其对测试准确度的影响。
- 5.7.9 每个测区 3 个测点的涂层厚度平均值不应小于设计厚度的 85%，同一灯杆上测点的涂层厚度平均值不应小于设计厚度。
- 5.7.10 当设计对涂层厚度无要求时，涂层厚度及偏差应符合《道路照明灯杆技术条件》CJ/T 527 的规定。

5.8 连接质量检测

- 5.8.1 检查灯杆杆体与基础的连接方式，检查法兰板形式；检查法兰板上是否设置加劲肋。记录法兰板、加劲肋的厚度；
- 5.8.2 检查连接螺栓是否均匀分布，螺栓及法兰板是否出现破损、变形、锈蚀。
- 5.8.3 检查检查杆体各段的连接形式，如为插接，检测插接长度。插接长度及偏差应符合《道路照明灯杆技术条件》CJ/T 527 的规定。
- 5.8.4 检查各连接处是否出现变形、损伤、锈蚀。

5.9 灯杆自振频率检测

- 5.9.1 本节为灯杆杆体自振频率检测，相同结构形式、材质尺寸、相同使用工况的灯杆具有相近的自振频率，可通过自振频率的异常变化，排查因存在隐形裂纹、连接松动等缺陷导致刚度变化的灯杆。

5.9.2 灯杆自振特性可根据加速度、速度、位移等振动波形信号分析确定，宜采用专门的模态分析软件分析振动频率、阻尼比和振型。灯杆自振特性测试应符合下列规定：

- 1 测试前应对结构振型进行预分析；
- 2 测点应避免布置于相应振型的结点位置；
- 3 测试结构振型的阶数应根据灯杆特点和分析需求选择；
- 4 振动信号采样频率不得低于重点关注模态所对应的频率值的 2 倍；
- 5 测试仪器设备应满足测量准确度、分辨力、量程及动态响应的性能要求。

5.9.3 采用实测振动频率评价灯杆结构的刚度变化，应符合下列规定：

- 1 灯杆自振特性测试时，宜记录激励方式和部位、环境温度条件，并将实测自振频率换算至相同的环境条件下。
- 2 在灯杆结构、附属设施不变的情况下，宜采用既往实测自振频率的初次值作为基准频率值；当实测自振频率小于基准频率值的 90%时，应分析结构刚度退化的原因。
- 3 在灯杆结构、附属设施发生改变的情况下，可通过实测自振频率与基准频率值的比较，分析目前结构的刚度与灯杆结构、附属设施改变的关联程度；基准频率值应采用改变前的最近一次实测自振频率值。
- 4 当无既往实测自振频率值时，基准频率值可采用计算频率值。

6 灯杆附属设施检测

- 6.0.1 本节适用于灯杆上安装、悬挂的设备、旗帜、标志牌、装饰物等附属设施的检测。
- 6.0.2 附属设施的检测包括设备设施的质量、迎风面积、安装高度检测、材质检查以及与灯杆间的安装方式检查。
- 6.0.3 监控、显示、通讯等电气设备的电气检测应按照本标准第7章的要求进行。
- 6.0.4 附属设施的质量可通过安装单位提供的设备清单计算质量，也可由安装单位提供设备质量数据。悬挂物质量精确至0.5kg。
- 6.0.5 附属设施的迎风面积应由实测尺寸计算得出，实测时应对各悬挂物、安装配套杆件的尺寸均进行详细检测，尺寸测量精确至1mm。
- 6.0.6 附属设施的安装高度应为从灯杆法兰盘上表面至悬挂物的高度，法兰盘埋入地下的，应除去浮土测量，悬挂物安装高度测量精确至10mm。
- 6.0.7 附属设施的材质按照实际情况记录。
- 6.0.8 附属设施的安装方式检查应对抱箍件、支撑杆件、螺栓和焊接节点进行检查，不应出现锈蚀、变形、开裂、松脱、缺失等缺陷。

7 电气安全检测

7.0.1 本节适用于灯杆上安装、悬挂的电气设备的电气安全检测。

7.1 接地连续性试验

7.1.1 配电箱及灯杆应设置接地端子(螺栓)，其直径不应小于 6mm，并应有接地标志；

7.1.2 配电箱及灯杆金属材质的门板、盖板、覆板等金属构件接地端子连接应采用黄绿相间，面积不小于 4mm² 的铜芯软导线。

7.1.3 所有作为隔离带电导体的金属外壳、隔板，电气装置的外壳以及金属手柄等，均应有有效等电位联接，且接地连续性电阻不应大于 0.1Ω，测量点不应少于 3 个。如果测量点涂敷防腐漆，需将防腐漆刮去，露出非绝缘材料后再进行试验；

7.1.4 配电箱及灯杆内的工作接地与保护接地应单独连接到接地导体(铜排)上，不应在一个接地线中串接多个需要接地的电气装置。

7.2 绝缘电阻试验

7.2.1 灯杆金属部位与路灯、附属设施的供电线路间不应存在短路现象，电气设备线路不应存在老化、破损现象。

7.2.2 用开路电压为表 7.2.2 规定的直流电压等级的测试仪器，测量配电箱及灯杆非电气连接的各带电回路之间、各独立带电回路与地(金属外壳)之间的绝缘电阻，绝缘电阻不应小于 10M 欧姆。

表 7.2.2 绝缘电压检测电压等级对照表

额定绝缘电压 (V)	绝缘电阻测试仪的电压等级 (V)
≤60	250
>60, ≤300	500

8 灯杆防雷装置检测

- 8.0.1** 本节为灯杆防雷接地装置的检测。
- 8.0.2** 检查灯杆防雷引下线的设置形式、连接方式，检测其尺寸和连接应符合《建筑物防雷装置检测技术规范》GB/T 21431 的有关规定。
- 8.0.3** 灯杆周边填土不应有沉陷情况，不应有因挖土方、敷设管线或种植树木而挖断接地装置的情况。
- 8.0.4** 接地装置的防雷引下线的接地电阻不应大于 $10\ \Omega$ 。测量接地电阻不应在雨后立即进行。接地电阻测量宜固定在同一位置，采用同一型号仪器，采用同一种方法测量。
- 8.0.5** 用毫欧表测量两相邻接地装置的电气贯通情况，两相邻接地装置应达到《建筑物防雷装置检测技术规范》GB/T 21431 规定的共用接地系统或独立接地要求。检测时应使用最小电流为 0.2 安的毫欧表，对相邻接地装置进行测量，测得阻值不大于 $1\ \Omega$ ，判定为电气贯通；如测得阻值大于 $1\ \Omega$ ，判定各自为独立接地。
- 8.0.7** 接地装置的工频接地电阻测量常用三级法和接地电阻表法，其测得的值为工频接地电阻值，当需要冲击接地电阻值时，应按照《建筑物防雷装置检测技术规范》GB/T 21431 附录 C 的规定进行换算，如使用专用仪器测量三级法测量接地电阻的方法见《建筑物防雷装置检测技术规范》GB/T 21431 附录 D 进行。
- 8.0.8** 路灯、附属设施线路的浪涌保护器 SPD 的安装及工作状态应正常。SPD 的表面应平整光洁，无划痕，无裂痕、无烧灼痕迹和变形，SPD 的标志应完整清晰，应符合《建筑电气工程施工质量验收规范》GB 50303 的要求。

9 灯杆承载力验算

9.1 上部结构承载力验算

9.1.1 本节适用于拟建灯杆的模拟计算，和既有灯杆在不同工况下的上部结构承载力验算。

9.1.2 灯杆结构承载力验算时，采用材料强度的设计值和实际检测的抗拉强度特征值的较低值进行计算。

9.1.3 灯杆结构可按悬臂压弯杆件计算极限状态承载力，并应考虑竖向荷载因杆体变形产生的二阶效应影响。计算时应考虑作用在灯杆杆体、灯头及附属设施上的重力荷载和风荷载。

9.1.4 灯杆结构计算承载力时应考虑因损伤、变形、锈蚀导致的截面尺寸变化。

9.1.5 拟建和 2019 年后建成的灯杆结构的荷载分项系数应执行现行《建筑结构可靠性设计统一标准》GB 50068；即： γ_G 应取 1.3， γ_w 应取 1.5；2019 年前建成的灯杆结构荷载分项系数可依据原设计要求进行计算。

9.1.6 极限状态承载力的验算，可采用静力法对灯杆结构应力和变形进行有限元计算。材料本构可采用线弹性模型，灯杆支座边界条件为固定约束，顶部为自由端。

9.1.7 灯杆截面强度、稳定计算应满足《钢结构设计标准》GB 50017 对于压弯构件的相关要求。灯杆连接强度计算应满足《钢结构设计标准》GB 50017 对于连接的相关要求。

$$S = \gamma_G S_{GE} + \gamma_w S_{wk} \quad (9.1.6-1)$$

$$R \geq S \quad (9.1.6-2)$$

式中：S—结构构件内力组合的设计值，包括组合的弯矩、轴力和剪力设计值等；

γ_w —可变荷载分项系数，取 1.5；

S_{GE} —不变荷载代表值的效应，可按《高耸结构设计规范》GB 50135 第 4.4.13 条的规定采用；

S_{wk} —可变荷载标准值的效应；

R—抗力

9.1.8 灯杆结构应按非围护结构计算风荷载，其标准值应按下列公式计算：

$$w_k = \beta_z \cdot \mu_s \cdot \mu_z \cdot w_0 \quad (9.1.6-3)$$

式中： w_k —作用在灯杆结构 z 高度处单位投影面积上的风荷载标准值（ kN/m^2 ）；

w_0 —基本风压，取值不得小于 $0.35\text{kN}/\text{m}^2$ ；

μ_z —高度 z 处的风压高度变化系数；

μ_s —风荷载体型系数

β_z —高度 z 处的风振系数

9.1.9 风荷载标准值的相关计算参数的选取，应符合《高耸结构设计标准》GB 50135 的规定。其中，对于悬挑式圆形截面灯杆，风荷载体型系数 μ_s 取值宜为 0.9，风振系数 β_z 取值宜为 2.1。对于地形条件复杂或几何形状复杂的灯杆结构，可通过风洞试验或数值模拟来确定风荷载计算参数。

9.2 基础抗倾覆验算

9.2.1 参考《钢塔桅结构设计规范》GY 5001，灯杆基础的抗倾覆承载力应满足以下要求：

$$M_f \leq M_{kf} / \gamma_f \quad (9.2.1-1)$$

其中， M_f 为倾覆弯矩， $\text{kN}\cdot\text{m}$ ，通过上部结构受力分析得到；

M_{kf} 为抗倾覆弯矩， $\text{kN}\cdot\text{m}$ ；

γ_f 为抗倾覆稳定系数， $\gamma_f = 1.5$ ；

9.2.2 采用土体主动、被动土压力计算倾覆抵抗力，应按本标准第 4.7 节的要求，首先分析出基础周围土体的 c 、 φ 值，计算土压力。抗倾覆弯矩 M_{kf} 计算方式为：

$$M_{kf} = \frac{1}{6} h^3 r (K_p - K_a) + cH \left(\sqrt{K_p} - \frac{1}{3} \sqrt{K_a} \right) \quad (9.2.1-2)$$

$$K_a = \tan^2(45 - \varphi/2) \quad (9.2.1-3)$$

$$K_p = \tan^2(45 + \varphi/2) \quad (9.2.1-4)$$

其中， r 为土的容重；

K_a 为朗肯主动土压力系数；

K_p 为朗肯被动土压力系数；

c 为土的粘聚力；

φ 为土的内摩擦角。

9.2.3 抗倾覆弯矩的计算依据《建筑地基基础设计规范》GB50007 第 9.3 条的规定进行，主动土压力、被动土压力宜采用朗肯土压力理论计算。当对灯杆倾斜有严格限制时，应采用静止土压力计算。

9.2.4 按静止土压力计算抗倾覆弯矩时，应按本标准第 4.7 节的要求，首先分析出基础周围土体的 c 、 φ 值， M_{kf} 计算方式为：

$$M_{kf} = \frac{1}{6} H^3 r k_0 \quad (9.2.1-5)$$

k_0 为静止土压力系数，宜由试验确定，当无试验条件时，可依据《建筑地基基础设计规范》GB 50007 给出的 k_0 参考值：坚硬土 0.2-0.4，硬-可塑黏性土、砂土为 0.4-0.5，可-软塑黏性土为 0.5-0.6，软塑黏性土 0.6-0.75，流塑黏性土为 0.75-0.8。

10 灯杆综合安全性鉴定

10.1 一般规定

10.1.1 灯杆的综合安全性鉴定应包括上部结构安全性、基础安全性、电气安全性的鉴定。分为整体、系统、构件/元件三个层级，详见表 10.1.1。

表 10.1.1 灯杆综合安全性鉴定层级

综合安全性	系统安全性	构件/元件安全性
A、B、C、D	A _u 、B _u 、C _u 、D _u	a、b、c、d
灯杆综合安全性	基础安全性	变形、损伤
		承载力
	上部结构安全性	变形、损伤、构造
		承载力
	电气安全性	电气绝缘
		防雷接地

10.1.2 灯杆的综合安全性的评定结果应根据基础、上部结构和电气系统的安全性等级的最低等级确定。

10.1.3 鉴定后，应明确处理对象，对安全性评为 c 级、d 级构件及 c 级、d 级构件/元件的数量、所处位置做出详细说明，并提出处理建议。

10.2 鉴定评级标准

10.2.1 构件/元件应按下列规定评定等级：

- a 级：符合国家及行业现行标准规范的安全性要求，安全，不必采取措施；
- b 级：略低于国家及行业现行标准规范的安全性要求，仍能满足结构安全性的下限水平要求，不影响安全，可不采取措施；
- c 级：不符合国家及行业现行标准规范的安全性要求，影响安全，应采取措
施；
- d 级：极不符合国家及行业现行标准规范的安全性要求，已严重影响安全，
应及时或立即采取措施。

10.2.2 结构系统应按下列规定评定等级

- A_s 级：符合国家及行业现行标准规范的安全性要求，不影响结构系统安全，
可能有个别次要构件宜采取适当措施；

B₀级：略低于国家及行业现行标准规范的安全性要求，仍能满足结构安全性的下限水平要求，尚不明显影响结构系统安全，可能有极少数构件应采取

措施；

C₀级：不符合国家及行业现行标准规范的安全性要求，影响结构系统安全，应采取

措施，且可能有极少数构件应立即采取措施；

D₀级：极不符合国家及行业现行标准规范的安全性要求，已严重影响结构系统安全，应立即

采取措施。

10.2.3 整体结构应按下列规定评定等级

A级：符合国家及行业现行标准规范的安全性要求，不影响整体安全，可能有极少数次要构件宜采取适当措施；

B级：略低于国家及行业现行标准规范的安全性要求，仍能满足整体安全性的下限水平要求，尚不明显影响整体安全，可能有极少数构件应采取

措施，极个别次要构件必须立即采取措施；

C级：不符合国家及行业现行标准规范的安全性要求，影响整体安全，应采取

措施，且可能有极少数构件必须立即采取措施；

D级：极不符合国家及行业现行标准规范的安全性要求，已严重影响整体安全，必须立即

采取措施。

10.3 上部结构鉴定评级

10.3.1 构件的安全性等级应通过承载能力、损伤、变形、锈蚀程度分析评定，并取其中最低等级作为构件的安全性等级。

10.3.2 灯杆杆体强度、稳定和连接强度经承载力验算，应根据表 10.3.2 中抗力与效应比限值确定上部结构中各构件的承载力安全性等级。

表 10.3.2 按承载能力评定的灯杆杆体安全性等级

抗力与效应比	R/γ ₀ S			
安全等级	a	b	c	d
限值	≥1.00	<1.0, ≥0.95	<0.95, ≥0.90	<0.90

10.3.3 灯杆杆体、根部出现断裂、或锈蚀深度大于 2mm，或存在不适于继续承载的变形时，应直接评为 c 级或 d 级。

10.3.4 当灯杆金属材料表面的防腐涂层出现大面积脱落，但未见明显表面锈蚀时，评为 b 级。

10.3.5 灯杆因非基础原因导致的倾斜量大于 $H/150$ ，但小于 $H/25$ ，应评为 b 级；倾斜量大于 $H/25$ ，应直接评为 c 级或 d 级。

10.3.3 灯杆上部结构的安全等级以承载力评级和结构损伤评级的较低等级确定。

10.3.7 上部结构等级评定应根据结构损伤、变形、锈蚀程度、承载力四方面进行，具体按照表 10.3.9 的规定进行：

表 10.3.9 上部结构安全等级

评定等级	分级标准
A _u	灯杆结构损伤、变形、锈蚀程度、承载力均为 a 级。
B _u	灯杆结构损伤、变形、锈蚀程度和承载力四个项目中无 c 级，且 b 级数量不多于 2 个。
C _u	灯杆结构损伤、变形、锈蚀程度和承载力四个项目中无 d 级，且 c 级数量不多于 2 个。
D _u	灯杆结构损伤、变形、锈蚀程度和承载力四个项目中有 d 级，或 c 级数量大于 2 个。

10.3.8 上部结构的安全性等级，必要时应考虑过大水平位移或明显振动对该结构系统或其中部分构件安全性的影响。

10.5 基础鉴定评级

10.4.1 基础的安全性等级应根据基础抗倾覆承载力、基础损伤、土体变形程度评定基础安全性等级。

10.4.2 基础的承载力安全等级评定应按表 10.4.2 进行：

表 10.4.2 按承载能力评定的灯杆基础安全性等级

抗力与效应比	$R/\gamma_0 S$			
安全等级	a	b	c	d
限值	≥ 1.00	$< 1.0, \geq 0.95$	$< 0.95, \geq 0.90$	< 0.90

10.4.3 基础出现破坏损伤、钢筋锈蚀、混凝土开裂，或其他不适于继续承载的变形时，应直接评为 c 级或 d 级。

10.4.4 因基础损伤或土体变形导致的灯杆倾斜量大于 $H/150$ ，但小于 $H/25$ ，应评为 b 级；倾斜量大于 $H/25$ ，应直接评为 c 级或 d 级。

10.4.5 基础与土体间有空隙，基础尚未发生位移、倾斜的，评为 b 级，基础出现位移、倾斜现象的，应直接评为 c 级或 d 级。

10.4.6 基础安全等级评定应根据基础抗倾覆承载力、基础损伤、土体变形三方面进行，具体按照表 10.4.6 的规定进行：

表 10.4.6 基础安全等级

评定等级	分级标准
A _u	基础抗倾覆承载力、基础损伤、土体变形均为 a 级。
B _u	基础抗倾覆承载力、基础损伤、土体变形三个项目中无 c 级，且仅有 1 项为 b 级。
C _u	基础抗倾覆承载力、基础损伤、土体变形三个项目中无 d 级，且仅有 1 项为 c 级。
D _u	灯杆结构损伤、变形、锈蚀程度和承载力四个项目中有 d 级，或 c 级数量大于 1 个。

10.5 电气系统鉴定评级

10.5.1 电气元件应符合本标准第 7、8 章节的要求，每出现 1 项不符合，判定为一个不符合项。

10.5.2 电气系统评级见表 10.5.2。

表 10.5.2 电气系统安全等级

评定等级	分级标准
A _u	电气元件层级无不符合项。
B _u	接地连续性、绝缘电阻值符合要求，防雷接地装置完好，SPD 安装及功能良好，其余项存在不符合项的。
C _u	绝缘电阻值符合要求，防雷接地装置完好，SPD 功能良好，其余项存在不符合项的。
D _u	绝缘电阻值不符合要求，防雷接地装置受损，SPD 损坏的。

附录 c、φ值经验参数选取表

表附录 1.0.1 沙类内摩阻角 φ (°)

序号	土名	密实度 ()		
		密实	中密	稍密
1	砾砂、粗砂	45° ~40°	40° ~35°	35° ~30°
2	中砂	40° ~35°	35° ~30°	30° ~25°
3	细砂、粉砂	35° ~30°	30° ~25°	25° ~20°

表附录 1.0.2 黏性土及粉土黏聚力 c (kN/m²) 和内摩阻角 φ (°)

序号	土壤名称	塑性指数	剪切应力	天然孔隙比 (e)						
				0.6	0.7	0.8	0.9	1.0	1.1	
1	粉土	3	c	18	10					
			φ	31°	30°					
2		5	c	28	20	13				
			φ	28°	27°	26°				
3		7	c	38	30	22				
			φ	25°	24°	23°				
4		9	c	47	38	31	24			
			φ	22°	21°	20°	19°			
5		粉质黏土	11	c	54	45	38	31	24	
				φ	20°	19°	18°	17°	15°	
6	13		c	59	51	43	36	30		
			φ	18°	17°	16°	15°	13°		
7	15		c	62	55	48	41	34	27	
			φ	16°	15°	14°	13°	11°	9°	
8	17		c	66	58	51	43	37	31	
			φ	14°	13°	12°	11°	10°	8°	
9	黏土		19	c	68	60	52	45	38	32
				φ	13°	12°	11°	10°	8°	6°

表附录 1.0.3 黏性土的黏聚力 c (kN/m) 和内摩阻角 φ (°) 值

序号	按液性指数 (IL) 分类	硬塑	可塑	软塑
1	c	40~50	30~40	20~30
2	φ	15° ~10°	10° ~5°	5° ~0°

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”；

(4) 表示有选择，在一定条件下可以这样做的，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 《建筑物防雷装置检测技术规范》 GB/T 21431
- 2 《建筑地基基础设计规范》 GB50007
- 3 《钢结构设计标准》 GB 50017
- 4 《建筑结构可靠性设计统一标准》 GB 50068
- 5 《土工试验方法标准》 GB/T 50123
- 6 《高耸结构设计规范》 GB 50135
- 7 《工业建筑可靠性鉴定标准》 GB 50144
- 8 《钢结构工程施工质量验收规范》 GB 50205
- 9 《民用建筑可靠性鉴定标准》 GB 50292
- 10 《建筑电气工程施工质量验收规范》 GB 50303
- 11 《建筑结构检测技术标准》 GB/T 50344
- 12 《钢结构现场检测技术规范》 GB/T 50621
- 13 《热轧钢板和钢带的尺寸、外形、重量及允许偏差》 GB/T 709
- 14 《金属材料熔焊质量要求》 GB/T 12467
- 15 《不锈钢复合钢板焊接技术要求》 GB/T 13148
- 16 《道路照明灯杆技术条件》 CJ/T 527
- 17 《架空输电线路基础设计规程》 DL/5219
- 18 《建筑变形测量规范》 JGJ 8
- 19 《回弹法检测混凝土抗压强度技术规程》 JGJ/T 23
- 20 《钢塔桅结构设计规范》 GY 5001

中国市政工程协会团体标准

道路照明灯杆及附属设施结构检测鉴定技术规范

T/CMEA×××—××××

条文说明

编制说明

《道路照明灯杆及附属设施结构检测鉴定技术规范》T/CMEA×××—××××
× 经中国市政工程协会××××年×月×日以×××号公告批准、发布。

本标准编制过程中，编制组进行了广泛的调查研究，总结了我国城市道路照明灯杆结构检测鉴定的实践经验，同时参考了国内外相关标准，通过产品调查和工程现场调查，规定了基础抗倾覆验算的方法、灯杆综合安全性评价的方法。

为便于广大检测、鉴定、管理、科研、学校等单位有关人员在使用本标准时能正确理解和执行条文规定，《道路照明灯杆及附属设施结构检测鉴定技术规范》编制组按章、节、条顺序编制了本标准的条文说明，对条文规定的目的、依据以及执行中需要注意的有关事项进行了说明。但是，本条文说明不具备标准正文同等的法律效力，仅供使用者作为理解和把握标准规定的参考。

目 次

1	总 则	333
3	基本规定	333
4	灯杆基础及土体检测	333
5	灯杆上部结构检测	333
6	灯杆附属设施检测	344
9	灯杆承载力验算	344

1 总 则

由于目前国内对照明灯杆的结构检测、安全性判定缺乏依据,使得在判定灯杆这一类市政设施安全性时遇到困难,根据实际需求,制定本标准。本标准主要针对城市内各类照明灯杆的结构安全检测鉴定制定。

3 基本规定

3.1.1-3.1.3 灯杆检测按安装前后分为两类,安装前的检测遵循出厂检验的方式,安装后的检测遵循工程检验的方式。这一分类符合这一行业现行的做法,对灯杆厂家和运行维护单位具有较强的适用性。

4 灯杆基础及土体检测

4.1.1-4.1.2 灯杆基础多为预制长方体外形,型式简单,且一根灯杆仅设置一个基础,埋深较浅,周边土体对基础抗倾覆能力影响较大,所以增加土体的检测。

4.6.1-4.6.5 锚栓预埋在基础中,因基础上表面面积较小,宜在安装灯杆之前,或拆除灯杆后进行抗拔强度检测。

4.7.1 土体有效黏聚力和有效内摩擦角 c 、 φ 值是计算基础抗倾覆承载力的关键数据,本节提出的直接测量法、物理指标换算法、经验取值法按照以下原则选取:

1 鉴于灯杆结构的特殊性,本标准推荐使用物理指标换算法。

2 在特殊区域,如特别重要场合、多发水土流失场合、且灯杆周边有条件做原位试验的条件下,建议采用直接测量法,直接测量法应取原状土,送实验室检测。

3 基础埋设超过两年,土体密实未受破坏的情况下,可采取经验值法。

4.8.8 基础抗倾覆试验可根据实际情况,自行设计加载装置和加载方式,采用不同方式,应确保加载值满足试验需求。基础抗倾覆实荷加载模拟试验达到模拟试验的最大荷载后,应持荷至少 15min,主要考虑风荷载的持续性较低,在最大风力下持续时间较短的因素。如实际工况特殊,加载时间可由委托双方协商确定。

5 灯杆上部结构检测

5.1.2 本条规定了上部结构检测项目的检测方式,因灯杆本身结构简单,杆件单一,杆体一旦出现损伤及缺陷、变形对其结构安全性有较大的影响,在此规定为主控项目,应全数检查。其余检测项目为一般项目,可对一个检验批内的灯杆进行抽样检测。

5.3.1 由于实际工程案例中,因雨水或积水导致杆体锈蚀、因风荷载导致的疲劳裂纹经常

发生在焊缝、截面尺寸突变处、杆体与法兰盘连接处，对于此类重点部位，应定期抽检其是否有内部缺陷，一旦发现有壁厚明显变薄、内部裂纹开展等缺陷，应及时采取措施，预防倒杆现象发生。

5.6.4 目前大部分灯杆为单节式和多节式，单节式自法兰盘至灯具安装部位为一整块钢板成型，多节式为灯杆由多个分段插接而成，各段为一整块钢板成型。因成型工艺不同，将不同节的各段，分别进行检测，根据节数确定测区数量。

5.9.1-5.9.3 本条为采用非接触式检测方式判定灯杆结构隐藏损伤缺陷的方法，测量基础检测数据需首先按灯杆类型分类，每一类型的灯杆在无缝的天气进行自振频率测试，以获取进行各类型灯杆对应的自振频率区间做为基准，此部分需要大量的基础工作。

6 灯杆附属设施检测

6.0.1-6.0.8 因大部分灯杆在设计时并未考虑使用时增加设备、旗帜、标志牌等的工况，使得承载力计算时为考虑由此造成的附加荷载，在实际工程中多有因此导致灯杆出现裂纹甚至倒塌的案例，所以应将附属设备设施考虑进结构安全分析中，其中影响最大的是附属设备对于迎风面积的增加，导致的风荷载增大。

9 灯杆承载力验算

9.1.2 灯杆材料强度是否符合设计要求需经检测判定，除特殊情况外，应选择设计值和实际检测的抗拉强度特征值的较低值计算承载力，特殊情况下可直接采用实际检测的抗拉强度特征值计算。

9.1.4 灯杆结构出现损伤、变形、会改变杆体的传力路径，由于灯杆杆体结构单一，一旦发生损伤或变形，会严重削弱杆体的稳定性。锈蚀会导致有效截面的损失，对于灯杆本就不大的有效截面积在成较大影响。

9.1.9 经众多工程实例和模拟分析发现，常见的单杆单、双头灯杆的风荷载体型系数 μ_s 、风振系数 β_z 与《高耸结构设计标准》GB 50135的规定基本一致，复杂杆型的灯杆系数确定较为复杂，可经首先采用数值模拟分析，在对实际灯杆受力效应监测得出，或通过风洞试验确定。

9.2.1 灯杆基础多为柱状独立基础，通过法兰盘承受灯杆传递的剪力与弯矩，由于基础底宽度远小于基础高度，基础稳定主要取决于周围土体贡献的基础抗倾覆稳定性。本标准参考《钢塔桅结构设计规范》GY 5001的相关规定进行基础抗倾覆验算。

9.2.2-9.2.3 灯杆基础形式和周围土体的埋设条件符合朗肯土压力的适用条件，相关系数

和计算方式均采用朗肯土压力计算公式。

10 灯杆综合安全性鉴定

10.1 本章参考建筑结构的安全鉴定形式，将安全鉴定分为三个层次。第一层次为构件级元件级，用于判断组成灯杆的最基本单元的安全状况及安全等级，根据构件的受力情况、元件的功能情况判定。第二层次以第一层次构件、元件的判定结果作为基础，判断分部、分系统的安全等级。第三层次以第二层次各分部、分系统的安全等级判定整体的安全等级，此方法可清晰地给出判定过程、影响安全的关键点，有利于后期采取针对性措施排除安全隐患。