

ICS 号  
中国标准文献分类号

# 团 体 标 准

T/CMEA44—2023

## 道路照明灯杆检测鉴定技术规范

Technical code for inspection and appraisal of lamp poles

2023 - 07 - 20 发布

2023 - 12 - 20 实施

中国市政工程协会 发布



中国市政工程协会团体标准

# 道路照明灯杆检测鉴定技术规范

Technical code for inspection and appraisal of lamp poles

T/CEMA44—2023

批准部门： 中国市政工程协会

施行日期： 2023年12月20日



## 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）和《中国市政工程协会关于同意变更团体标准<道路照明灯杆及附属设施结构检测鉴定技术规程>名称的批复》（中市协[2023]47 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，在广泛征求意见的基础上，编制了本文件。

本文件共分 9 章，主要技术内容是：总则、术语和符号、基本规定、灯杆基础及周边土体检测、灯杆结构检测、电气系统检测、附属设施检测及灯杆承载力验算、灯杆安全性鉴定、检测鉴定报告。

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提出，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  
中国国检测试控股集团股份有限公司  
龙腾照明集团股份有限公司  
杭州华普永明光电股份有限公司  
桂林海威科技股份有限公司  
宏力照明集团有限公司  
东台市路灯管理所  
常州市金坛金建路灯安装工程有限公司  
立安德森（青岛）电气工程科技有限公司  
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：谭军、袁伟衡、陈壬贤、赵弘昊、田岗、李之彧、代玉坤、李远、缪路平、杜江、张长坤、黄建明、黄丹、金春峰、孙雨辰、蔡露、荆星、吕文卿、魏建友、姜威、张建楠、周毅、王娟娟、张超、王金芳、苏燕鹏、陈春光、温大吉、孙元鹏、郝书堂

本文件主要审查人：雷丽英、赵建平、张华、张训、程宗庆、张利国、夏禹

## 目 次

1	总则 .....	1
2	术语和符号 .....	2
3	基本规定 .....	3
4	灯杆基础及周边土体检测 .....	6
4.1	一般规定 .....	6
4.2	外观损伤检查 .....	6
4.3	尺寸及覆土厚度检测 .....	6
4.4	混凝土抗压强度检测 .....	7
4.5	钢筋配置检测 .....	7
4.6	螺栓抗拔强度检测 .....	8
4.7	周边土体参数检测 .....	8
5	灯杆结构检测 .....	9
5.1	一般规定 .....	9
5.2	尺寸检测 .....	9
5.3	损伤与变形检查 .....	9
5.4	防腐涂层厚度检测 .....	10
5.5	钢材强度检测 .....	10
5.6	连接部位检测 .....	11
5.7	杆体倾斜检测 .....	11
5.8	杆体自振频率检测 .....	11
6	电气系统检测 .....	13
6.1	电气安全性检测 .....	13
6.2	灯杆防雷装置检测 .....	13
7	附属设施检测及灯杆承载力验算 .....	14
7.1	附属设施检测 .....	14
7.2	结构承载力验算 .....	14
7.3	基础承载力验算 .....	15
8	灯杆安全性鉴定 .....	16
8.1	一般规定 .....	16
8.2	结构鉴定评级 .....	16
9	检测鉴定报告 .....	17
	本文件用词说明 .....	18
	引用标准名录 .....	19
	附：条文说明 .....	20

## Contents

1	General Provisions .....	1
2	Terms and Symbols .....	2
3	Basic Requirements .....	3
4	Foundation and Soil Testing .....	6
	4.1 General Requirements .....	6
	4.2 Appearance Damage Checking .....	6
	4.3 Dimension and Covering Thickness Testing .....	6
	4.4 Compressive Strength of Concrete Testing .....	7
	4.5 Rebar Configuration Testing .....	7
	4.6 Anchor Bolt Pull-out Strength Testing .....	8
	4.7 Soil Testing .....	8
5	Lamp Pole Structure Testing .....	9
	5.1 General Requirements .....	9
	5.2 Dimension Testing .....	9
	5.3 Damage and Deformation Checking .....	10
	5.4 Anti-corrosion Coating Thickness Testing .....	10
	5.5 Strength of Steel Testing .....	10
	5.6 Connection Parts Testing .....	11
	5.7 Verticality Detection .....	11
	5.8 Natural Frequency Testing .....	11
6	Electrical System Inspection .....	13
	7.1 Electrical Safety Testing .....	13
	7.2 Lightning Protection Device Inspection of Lamp Pole .....	13
7	Ancillary Facilities Testing and Bearing Capacity Checking of Lamp Pole .....	14
	7.1 Ancillary Facilities Testing of Lamp Pole .....	14
	7.2 Structure Bearing Capacity Checking .....	14
	7.3 Foundation Anti-overturning Capacity Checking .....	15
8	Rating for Comprehensive Safety Appraisal .....	16
	8.1 General Requirements .....	16
	9.3 Rating for Structure Appraisal .....	16
9	Inspection Report .....	17
	Explanation of Wording in this Code .....	19
	List of quoted Standards .....	20
	Addition: Explanation of Provisions .....	21

# 1 总则

1.0.1 为规范道路照明用灯杆结构、附属设施及电气系统安全性的检测鉴定，合理选择检测鉴定方法，提高检测鉴定工作质量，制定本文件。

1.0.2 本文件适用于道路、街巷、桥梁、广场、公园等场所照明用钢材质灯杆结构、附属设施及电气系统的检测鉴定。

1.0.3 对灯杆结构、附属设施及电气系统的检测鉴定，除应符合本文件的规定外，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 灯杆 lamp pole

用于固定灯具的支撑物，一般由一个或多个部件组成：杆体、悬臂、检修门（口）、法兰板及其他附属装置。

#### 2.1.2 灯杆基础 foundation of lamp pole

通过法兰板与其连接，用于安装灯杆杆体的构件，可为埋于地下的独立基础，也可为桥梁或建筑物的主体结构的预留支座。

#### 2.1.3 灯杆结构 structure of lamp pole

灯杆杆体、悬臂、检修门（口）、法兰板的结构。

#### 2.1.4 附属设施 ancillary facilities

灯杆上安装的设备、旗帜、标志牌等设备设施。

#### 2.1.5 电气系统 electrical system

为灯杆上用电设备供电，由配电箱、电缆、接地装置等组成的系统。

#### 2.1.6 防雷装置 lightning protection device

由接闪器、引下线、接地装置、电涌保护器 (SPD) 及其他连接导体等组成的装置。

#### 2.1.7 安全性鉴定 safety appraisal

对灯杆结构及基础、电气系统所进行的调查、检测、验算、判定、评级等一系列活动。

### 2.2 符号

$D$ —灯杆结构根部外直径；

$H$ —灯杆结构高度；

$R$ —抗力；

$S$ —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；

$c$ —土的粘聚力；

$\gamma_0$ —结构重要性系数；

$\varphi$ —土的内摩擦角。

### 3 基本规定

3.0.1 未安装的灯杆基础、灯杆杆体在到货检验、进场检验等环节，可按本文件要求进行检测，出具检测报告。

3.0.2 已投运的灯杆在新增附属设施、灯杆缺陷或隐患排查、发生倾斜或倒杆等事件时，或在权属单位、运维单位认为有必要时，可对灯杆基础、灯杆结构、电气系统、附属设施等进行检测，进行灯杆承载力验算和安全性鉴定，并出具检测鉴定报告。

3.0.3 未安装的灯杆检测应按下列程序进行：

- 1 接受委托；
- 2 查阅图纸、制订检测方案；
- 3 现场对灯杆基础、灯杆结构进行检测；
- 4 检测数据分析；
- 5 分析结果判断；
- 6 当发现检测数据数量不足或检测数据出现异常情况时，补充现场检测；
- 7 出具检测报告。

3.0.4 已投运的灯杆检测应按下列程序进行：

- 1 接受委托；
- 2 现场调查；
- 3 制订检测方案；
- 4 现场对灯杆基础、灯杆结构、电气系统、附属设施进行检测；
- 5 检测数据分析；
- 6 分析结果判断；
- 7 当发现检测数据数量不足或检测数据出现异常情况时，补充现场检测；
- 8 模型建立和承载力验算；
- 9 安全性鉴定；
- 10 出具检测鉴定报告。

3.0.5 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、施工验收资料；
- 2 调查被检测灯杆的现状、环境条件、使用期间的维修经历；

3 明确委托方的检测目的和具体要求。

3.0.6 检测方案宜包括下列主要内容：

- 1 工程概况。包括灯杆设计依据、结构形式、高度、材料类型、制造安装年代、附属设施情况；
- 2 检测依据。包括检测所依据的标准和有关技术材料；
- 3 检测参数、检测方法和抽样数量；
- 4 检测人员和检测设备；
- 5 检测工作进度计划；
- 6 检测中的安全措施。

3.0.7 灯杆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。

3.0.8 下列情况应采用全数检测：

- 1 总样本数量少于 3 根；
- 2 同一工况下，灯杆外观状况差异较大；
- 3 灯杆损伤、倾斜、倾倒等事故原因分析；
- 4 委托方要求全数检测的。

3.0.9 未安装的灯杆抽样检测，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。无特殊要求的，抽样检测最小样本容量不宜小于本文件表 3.0.9 的检测类别 A 的限定值。

3.0.10 已投运的灯杆抽样检测，应将相同结构类型、材质、高度、地理条件的灯杆作为一个检验批。对于无建设资料、无法得知灯杆信息的，每 100 根应作为一个检验批。每检验批的抽样方案应根据实际情况与委托方商定，抽样检测最小样本容量不宜小于表 3.0.9 的检测类别 B 的限定值。已投运的灯杆基础需进行开挖检测的，抽样数量应符合本文件第 4.1.3 条的规定。

表 3.0.9 灯杆抽样检测的最小样本容量

检测批内总 样本数量	检测类别、 样本最小数量		检测批内总 样本数量	检测类别、 样本最小数量	
	A	B		A	B

2-8	2	2	151-280	13	32
9-15	2	3	281-500	20	50
16-25	3	5	501-1200	32	80
26-50	5	8	1201-3200	50	125
51-90	5	13	3201-10000	80	200
91-150	8	20	---	---	---

**3.0.11** 现场检测的原始记录应数据准确、字迹清晰、信息完整，不得追记、涂改，如有笔误，应使用规范的修改符号进行修改，并应由修改人签署姓名及日期。

**3.0.12** 对于结构形式、尺寸、受力工况不同的灯杆，应分别建模验算承载力。

## 4 灯杆基础及周边土体检测

### 4.1 一般规定

4.1.1 灯杆基础可分为预制混凝土基础和现浇混凝土基础，预制混凝土基础应按未安装、已投运两种类型进行检测，现浇混凝土基础可仅对已投运的基础情况进行检测。

4.1.2 对于未安装的预制混凝土基础，检测项目应包括外观损伤检查、尺寸检测、混凝土抗压强度检测、钢筋配置检测、螺栓抗拔强度检测。

4.1.3 对于已投运的灯杆基础（含预制混凝土基础和现浇混凝土基础），应按下列要求进行检测：

1 对于图纸及隐蔽工程施工或验收记录齐全的，现场应对基础的覆土厚度、周边土体参数检测，抽样检测最小样本容量不宜小于本文件表 3.0.10 中检测类别 A 的限定值。当承载力验算发现基础承载力不足时，可视条件开挖补充检测基础尺寸，开挖抽样检测样本容量不宜大于 2 个。

2 对于图纸及隐蔽工程施工或验收记录缺失、无法得知基础尺寸的，应进行开挖，现场进行基础外观损伤检查、尺寸及覆土厚度检测、周边土体参数检测，开挖抽样检测样本容量不宜大于 2 个。

3 对于出现因灯杆基础原因导致的倾倒或灯杆倾斜量大于  $H/10$  的，应进行开挖检测。基础完整的，应进行外观损伤检查、尺寸及覆土厚度检测、周边土体参数检测；基础有受拉破坏现象的，应进行所有参数检测。

### 4.2 外观损伤检查

4.2.1 外观损伤应采用直接目视法检查，宜从多个角度对基础进行观察。视线与被测基础表面形成的夹角不应小于  $60^\circ$ 。

4.2.2 基础混凝土表面不应出现露筋、蜂窝、孔洞、夹渣、疏松、裂缝等外表缺陷。

4.2.3 基础各边应线条笔直、无歪斜，无破损。

### 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。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 对基础外形尺寸测量精度不应低于 1mm。

4.3.3 覆土厚度检测应首先查阅图纸等施工资料，根据设计埋深选用钎探法或开挖测量法。测量时应先将基础上部的松散覆土除去，测量基础上方的密实覆土厚度。应测量3个不同部位，取3处测试值的平均值作为该厚度的代表值。如基础上方无密实覆土，或基础上表面高出地面，应记录基础现状及基础上表面高出密实土表面的尺寸。

#### 4.4 混凝土抗压强度检测

4.4.1 混凝土抗压强度检测方法及推定混凝土强度应符合现行国家标准《混凝土结构现场检测技术标准》GB/T 50784的相关规定。

4.4.2 混凝土抗压强度检测前，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，应对构件混凝土碳化深度进行检测。

4.4.3 对于超出1000d的基础，混凝土抗压强度可采用现行国家标准《民用建筑可靠性鉴定标准》GB 50292的规定进行龄期修正，必要时可采用钻芯修正法进行修正。

#### 4.5 钢筋配置检测

4.5.1 灯杆基础钢筋配置检测应包括钢筋位置、尺寸及保护层厚度检测。

4.5.2 灯杆基础钢筋配置检测前，应通过设计资料了解钢筋配置情况，现场核实检测区域内钢筋实际位置分布情况，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 钢筋直径检测宜剔凿出待测钢筋，采用游标卡尺对主筋、箍筋等钢筋直径进行实测，检测结果应精确至0.1mm，并随即按原样修复完整。

4.5.4 钢筋保护层厚度检测应符合下列规定：

1 宜采用电磁感应法进行无损检测。如环境对检测设备有影响，或钢筋公称直径未知时，应采用钻孔剔凿等方法进行验证，并随即按原样修复完整；

2 当采用钻孔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，检测结果应精确至1mm；

3 当采用钻孔剔凿方法验证钢筋保护层厚度，且与电磁感应法检测值差异为 $\pm 2\text{mm}$ 时，应判定两个结果无明显差异。如判定检验批有明显差异，应对电磁感应法检测的钢筋保护层厚度检测值进行修正。

4.5.5 基础内部钢筋严重锈蚀的，应使用游标卡尺、钢卷尺等工具直接检测有效钢筋直径、钢筋保护层厚度和钢筋间距。

## 4.6 螺栓抗拔强度检测

4.6.1 基础螺栓抗拔检测前，应了解螺栓的设计拉拔力，选用合适的螺栓拉拔仪进行抗拔强度检测。

4.6.2 螺栓抗拔强度检测前，应将基础表面的浮浆清理干净，基础表面应平整。

4.6.3 螺栓抗拔强度检测时，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。

4.6.4 螺栓抗拔强度检测完成后，应进行检查，混凝土表面不得发生破损、开裂，螺栓不得发生拔出、断裂，并应记录检查结果。

## 4.7 周边土体参数检测

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。直接测量法、经验取值法宜按下列原则选取：

1 在特别重要场所、多发水土流失场所等特殊区域，且灯杆周边有条件做原位试验的条件下，宜采用直接测量法；

2 当现场不具备直接测量条件，且土体密实未受破坏的情况下，可采取经验值法。

4.7.2 直接测量法应依据现行国家标准《土工试验方法标准》GB/T 50123 的规定，在灯杆基础周围取土样，送实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  $c$ 、 $\varphi$  值。

4.7.3 经验值法应按现行行业标准《架空输电线路基础设计规程》DL/5219 的规定，依据不同工程地质资料对  $c$ 、 $\varphi$  进行经验取值。

## 5 灯杆结构检测

### 5.1 一般规定

5.1.1 对于未安装的灯杆，检测项目应包括尺寸检测、损伤与变形检查、防腐涂层厚度检测、钢材强度检测、连接部位检测。

5.1.2 对于已投运的灯杆，检测项目应包括尺寸检测、损伤与变形检查、防腐涂层厚度检测、钢材强度检测、连接部位检测、杆体倾斜检测、杆体自振频率检测。

### 5.2 尺寸检测

5.2.1 灯杆尺寸检测应包括灯杆高度、截面直径、直线度、锥度、检修门（口）尺寸、灯杆钢材厚度检测。

5.2.2 灯杆高度检测应从灯杆法兰板表面测量至灯杆杆体最高点处，法兰板埋入地下的应首先去除覆土。

5.2.3 灯杆截面直径宜采用测量杆体周长，计算出直径的方法进行检测。

5.2.4 灯杆杆体直线度、锥度检测宜通过测量直径、高度、偏移量等数据，经计算得出。

5.2.5 灯杆检修门（口）尺寸应使用游标卡尺、钢卷尺等工具直接检测。

5.2.6 灯杆钢材厚度检测应符合下列规定：

- 1 宜选用超声波测厚仪；
- 2 检测前，应清除表面油漆层、氧化皮、腐蚀等，打磨至露出金属光泽；
- 3 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；对于多节式灯杆，应对不同节的各段灯杆分别取 3 个不同部位进行测量；
- 4 测量精度不应低于 0.1mm。钢材的厚度允许偏差应以设计文件规定的尺寸为基准进行计算。

5.2.7 灯杆各部分尺寸应符合现行行业标准《道路照明灯杆技术条件》CJ/T 527 的规定。

### 5.3 损伤与变形检查

5.3.1 损伤与变形检查应重点对焊缝、截面尺寸突变处、杆体与法兰板连接处

进行检查。

**5.3.2** 灯杆不应有裂纹、折叠、夹层、涂层脱落、锈蚀、麻点和划伤等损伤。

当出现损伤时，应记录损伤类型、程度、位置。

**5.3.3** 除检修门（口）、安装孔等外，灯杆上不应有孔洞。当出现新孔洞，或因增设附属设施而增加孔洞，均应记录孔洞位置和尺寸。

**5.3.4** 灯杆焊缝处不应有未焊、裂纹、局部缺失等损伤。当出现损伤时，应记录损伤类型、程度、位置。

**5.3.5** 灯杆不应有凹陷、突出、弯折等局部受力变形。当出现变形时，应记录变形类型、程度、位置。

#### **5.4 防腐涂层厚度检测**

**5.4.1** 防腐涂层厚度检测应在外观检查后进行。

**5.4.2** 防腐涂层厚度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。

**5.4.3** 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。

**5.4.4** 防腐涂层厚度检测应选用无损检测设备。当使用电磁原理的检测设备检测时，应避免电磁干扰。

**5.4.4** 涂层测厚仪的最大量程不应小于 1200 $\mu\text{m}$ ，最小分辨率不应大于 2 $\mu\text{m}$ ，示值相对误差不应大于 3%。

#### **5.5 钢材强度检测**

**5.5.1** 灯杆钢材强度检测应选用无损方式检测。当采用里氏硬度计对灯杆钢材的里氏硬度进行检测时，应换算成钢材抗拉强度区间。

**5.5.2** 钢材强度检测设备应配有校准用的标准块，并应在检测前后进行校准。

**5.5.3** 钢材强度的测区数量应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。

**5.5.4** 在对钢材强度进行检测前，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钢材表面硬度变化，测区打磨完后表面粗糙度不应大于 2 $\mu\text{m}$ 。

**5.5.5** 钢材强度检测时，应调整里氏硬度计内弹击角度，使其与实际弹击角度一致，每个部位应测量 9 次里氏硬度值。

5.5.6 里氏硬度值与钢材抗拉强度的换算应按现行国家标准《建筑结构检测技术标准》GB/T 50344 的规定进行，并应给出钢材抗拉强度等级。

## 5.6 连接部位检测

5.6.1 连接部位检测应包括法兰板、螺栓、灯杆杆体各段之间、灯杆杆体与灯具的连接、焊缝的检测等。

5.6.2 法兰板、加劲肋的厚度检测应使用游标卡尺、钢卷尺等工具直接检测，其厚度不应小于设计值。

5.6.3 螺栓分布应符合设计要求，螺栓及法兰板不应出现破损、变形、锈蚀等损伤。

5.6.4 分段式灯杆杆体各段的连接形式应符合设计要求。采用插接形式的，插接长度及允许偏差应符合现行行业标准《道路照明灯杆技术条件》CJ/T 527 的规定。采用其他连接形式的灯杆，其连接部位应符合设计文件的要求。

5.6.5 灯具安装应牢固，防坠落装置应符合现行国家标准《灯具 第1部分：一般要求与试验》GB7000.1 的规定。

5.6.6 灯杆焊缝检测应按现行国家标准《钢结构现场检测技术标准》GB/T 50621 的要求进行。

5.6.7 灯杆焊缝检测应选用无损检测设备。当焊缝检测发现内部或表面缺陷的，应在灯杆上标记位置、缺陷类型及相关尺寸。

## 5.7 杆体倾斜检测

5.7.1 杆体倾斜检测可采用经纬仪、激光垂准仪或全站仪等仪器。测量仪器精度应符合现行行业标准《建筑变形测量规范》JGJ 8 的有关规定。

5.7.2 对于变截面的灯杆，当采用设置辅助基准线的方法测量杆体的倾斜时，应计入杆体锥度的影响。

5.7.3 杆体倾斜检测时，应测量灯杆杆体顶部相对于底部的水平偏移量与高差，并应计算垂直度，判断倾斜方向。

## 5.8 杆体自振频率检测

5.8.1 杆体自振频率检测可通过振动测试和对比分析，排查自振频率明显异常的灯杆。

5.8.2 灯杆自振频率应根据测定的加速度、速度、位移等振动波形信号分析确

定，宜采用模态分析软件对振动频率进行比对。灯杆自振频率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应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。

5.8.3 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，应在相近环境温度条件下，采用相同的激励方式，在同一部位激励；

- 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；当实测自振频率相对基准频率值的变化超出测量误差范围时，应分析结构刚度退化的原因，并对连接部位进行重点检测；

- 3 在灯杆结构、附属设施发生改变的情况下，应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，基准频率值宜采用计算频率值。

## 6 电气系统检测

### 6.1 电气安全性检测

- 6.1.1 配电系统的接地系统形式与接地电阻值应符合现行行业标准《城市道路照明施工及验收规程》CJJ 89 的规定。
- 6.1.2 灯具紧固的螺栓、接地、绝缘电阻、电气强度等检测，应符合现行国家标准《灯具 第1部分：一般要求与试验》GB7000.1 的规定。
- 6.1.3 电气设备线路绝缘层不应存在老化、破损现象。电气设备的各线缆相间、相地之间的绝缘电阻值应符合现行国家标准《电气装置安装工程电气设备交接试验标准》GB 50150 的规定。
- 6.1.4 灯杆上安装的电气设备，其相线、中性线对杆体、对地的泄漏电流应采用泄漏电流测试仪测量，泄流电流值应符合现行国家标准《测量、控制和实验室用电气设备的安全要求 第1部分：通用要求》GB 4793.1 的规定。
- 6.1.5 测量仪器应符合现行国家标准《电气装置安装工程电气设备交接试验标准》GB 50150 的规定。

### 6.2 灯杆防雷装置检测

- 6.2.1 灯杆防雷检测应符合现行国家标准《建筑物防雷装置检测技术规范》GB/T 21431 的有关规定。
- 6.2.2 接地装置的工频接地电阻应采用三极法和接地电阻表法测量。测量接地电阻不应在雨后立即进行。
- 6.2.3 接地装置应连续、完好，灯杆周边填土不应有因挖土方、敷设管线或种植树木而挖断接地装置的情况。
- 6.2.4 路灯、附属设施线路的电涌保护器（SPD）及剩余电流动作保护电器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，标志应完整清晰，应符合现行国家标准《建筑电气工程施工质量验收规范》GB 50303 的要求。

## 7 附属设施检测及灯杆承载力验算

### 7.1 附属设施检测

7.1.1 附属设施检测应包括其重量、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，并应符合下列要求：

1 附属设施的重量宜通过安装单位提供的设备清单计算，或由安装单位提供设备重量数据。重量应精确至 0.5kg。

2 附属设施的迎风面积应由实测尺寸计算得出，对各附属设施及其安装配套杆件的尺寸均应进行详细检测，尺寸测量应精确至 1mm。

3 对于面积较大的附属设施，应检测各部位的安装高度。检测安装高度应从灯杆法兰板上表面测量至各检测点的高度，法兰板埋入地下的，应除去覆土测量。

4 附属设施材质检查时，应判断附属设施及其安装配套杆件属于刚性材料或柔性材料。

5 附属设施的抱箍件、支撑杆件、螺栓和焊接节点均不应出现锈蚀、变形、开裂、松脱、缺失等缺陷。

### 7.2 结构承载力验算

7.2.1 灯杆结构承载力验算应包括灯杆杆体和连接的承载力验算、变形验算。

7.2.2 灯杆结构的风荷载标准值计算，以及杆体和连接承载力验算、变形验算应符合现行国家标准《高耸结构设计标准》GB 50135 的规定。

7.2.3 对于悬挑式圆形截面灯杆，风荷载体型系数取值宜为 0.9，风振系数取值宜为 2.1。

7.2.4 结构承载力验算时，应计入因杆体变形产生的二阶效应影响，应计入灯杆杆体倾斜、灯头及附属设施的重力荷载产生的附加弯矩。

7.2.5 灯杆支座边界条件宜根据现场具体情况确定，顶部应为自由端。

7.2.6 结构承载力验算时，应采用灯杆实测尺寸，模型中输入的灯杆材料强度应采用设计文件中钢材强度设计值和实际检测得到的强度等级对应的强度设计值两者中的较低值。

7.2.7 结构承载力验算时，应计入因损伤、变形、锈蚀导致的截面尺寸变化。

7.2.8 灯杆在以风载荷为主的载荷标准组合极限状态作用下，杆体任意点的横向变形允许值不应大于任意点高度的 1/40。以地震载荷为主的载荷标准组合作用下，变形允许值应符合现行国家标准《高耸结构设计标准》GB 50135 的规定。

### 7.3 基础承载力验算

7.3.1 灯杆基础承载力验算应对地基承载力和抗倾覆承载力进行验算。

7.3.2 灯杆地基承载力应按现行国家标准《建筑地基基础设计规范》GB 50007 的规定验算。

7.3.3 灯杆基础的抗倾覆承载力应按现行行业标准《钢塔桅结构设计规范》GY 5001 的规定验算。

7.3.4 灯杆基础抗倾覆力矩计算应符合现行行业标准《架空输电线路基础设计规程》DL/T 5219 中电杆基础极限倾覆力矩的规定。其中基础周围土体的  $c$ 、 $\varphi$  值的确定应符合本文件第 4.7 节的规定。

## 8 灯杆安全性鉴定

### 8.1 一般规定

8.1.1 灯杆安全性鉴定应包括结构安全性、电气系统安全性的鉴定。灯杆结构安全性鉴定可分为 A、B、C 三个等级。电气系统鉴定时，可仅对各检查项进行合格判定，不评级。

8.1.2 结构安全性鉴定后，应对损伤与变形、倾斜、承载力不满足要求的数量、部位做出详细说明，并应提出处理建议。

8.1.3 电气系统安全性鉴定后，应对不合格项的数量、元件所处位置做出详细说明，并应提出处理建议。

### 8.2 结构鉴定评级

8.2.1 灯杆结构安全性等级应从损伤与变形、倾斜、承载力三个方面进行评价，并按表 8.2.1 的要求进行划分。

表 8.2.1 灯杆安全等级分级标准

评定等级	分级标准	建议措施
A	<p><b>损伤与变形：</b> 上部结构及基础无损伤。灯杆表面的防腐涂层完整。焊缝无锈蚀、裂纹；螺栓连接牢固，无松动、锈蚀</p> <p><b>倾斜：</b> 基础周围土体无挤压变形，基础与土体间紧密贴合，灯杆倾斜角不大于 <math>\arctan(D/H)</math></p> <p><b>承载力：</b> 灯杆结构及基础承载力验算结果均为抗力与效应比 <math>R/\gamma_0 S \geq 1.0</math></p>	构件功能完好，不影响安全，不必采取措施
B	<p><b>损伤与变形：</b> 基础仅出现混凝土破损，且破损面积比例小于 10%。防腐涂层有脱落，杆体锈蚀最大深度不大于灯杆壁厚的 20%；焊缝表面有锈蚀、无裂纹；螺栓连接牢固，无松动，表面有锈蚀</p> <p><b>倾斜：</b> 基础周围土体无挤压变形，基础与土体间紧密贴合，灯杆倾斜角不大于 <math>\arctan(2D/H)</math></p> <p><b>承载力：</b> 灯杆结构及基础承载力验算结果均为抗力与效应比 <math>R/\gamma_0 S \geq 0.95</math></p>	构件功能有缺陷，达到安全下限，应采取修复措施
C	承载力满足 B 级要求，但损伤与变形、倾斜较 B 级严重。 或灯杆结构及基础任一承载力验算结果为抗力与效应比 $R/\gamma_0 S < 0.95$	构件承载力不满足要求，存在安全风险，应尽快采取加固或更换措施

## 9 检测鉴定报告

9.0.1 检测鉴定完成后，检测鉴定机构应出具检测报告或检测鉴定报告。其中对未安装的灯杆应出具检测报告，对已投运的灯杆应出具检测鉴定报告。

9.0.2 报告中检测部分应准确反映被测灯杆的真实数据，鉴定部分应对灯杆结构的安全等级和电气系统检查项提出鉴定结论，并应提出处理建议。

9.0.3 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 检测参数、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 检测数据、结论；
- 10 处理建议；
- 11 主检、审核和批准人员的签名。

## 本文件用词说明

1 为便于在执行本文件条文时区别对待，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. 《建筑地基基础设计规范》 GB 50007
2. 《土工试验方法标准》 GB/T 50123
3. 《高耸结构设计标准》 GB 50135
4. 《电气装置安装工程电气设备交接试验标准》 GB 50150
5. 《民用建筑可靠性鉴定标准》 GB 50292
6. 《建筑电气工程施工质量验收规范》 GB 50303
7. 《建筑结构检测技术标准》 GB/T 50344
8. 《钢结构现场检测技术标准》 GB/T 50621
9. 《混凝土结构现场检测技术标准》 GB/T 50784
10. 《测量、控制和实验室用电气设备的安全要求 第 1 部分：通用要求》 GB 4793.1
11. 《灯具 第 1 部分：一般要求与试验》 GB 7000.1
12. 《建筑物防雷装置检测技术规范》 GB/T 21431
13. 《城市道路照明施工及验收规程》 CJJ 89
14. 《道路照明灯杆技术条件》 CJ/T 527
15. 《架空输电线路基础设计规程》 DL/T 5219
16. 《钢塔桅结构设计规范》 GY 5001
17. 《建筑变形测量规范》 JGJ 8

中国市政工程协会团体标准  
道路照明灯杆检测鉴定技术规范

T/CMEA44—2023

条文说明

## 编制说明

《道路照明灯杆检测鉴定技术规范》T/CMEA44—2023 经中国市政工程协会 2023 年 7 月 20 日以（2023 年第 13 号）公告发布。

本文件编制过程中，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，规定了灯杆基础及周边土体检测、灯杆结构检测、电气系统检测、附属设施检测及灯杆承载力验算、灯杆安全性鉴定及检测鉴定报告等方面的要求。

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文件时能正确理解和执行条文规定，《道路照明灯杆检测鉴定技术规范》编制组按章、节、条顺序编制了本文件的条文说明，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，本条文说明不具备与标准正文同等的法律效力，仅供使用者作为理解和把握本文件规定的参考。

## 目 次

1	总 则 .....	23
3	基本规定 .....	24
4	灯杆基础及周边土体检测 .....	25
5	灯杆结构检测 .....	27
6	电气系统检测 .....	29
7	附属设施检测及灯杆承载力验算 .....	30
8	灯杆安全性鉴定 .....	32

## 1 总 则

1.0.1 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，制定本文件。

1.0.2 本条规定了适用范围。安装于道路、街巷、桥梁、广场、公园等场所的照明用灯杆，其结构特点相似，均可采用本文件的规定进行检测。本文件主要适用于钢材质灯杆的检测。

### 3 基本规定

3.0.1-3.0.2 灯杆按安装前后，分为未安装和已投运两类。针对未安装的灯杆，一般在建设工程材料到货或进场环节对灯杆基础、灯杆杆体进行检测，主要目的是对材料规格、主要技术参数进行核验，确保材料质量符合相关标准要求及设计要求。针对已投运的灯杆，一般在以下几种情况下需要进行检测：一是在灯杆上新增附属设施时，由于灯杆初始设计并未考虑这些附属设施的荷载，且灯杆已经存在一定程度老化，其受力和自身状况都发生了改变，需要进行现状的检测、承载力验算和安全性鉴定，以保证结构的安全。二是灯杆存在锈蚀、螺栓磨损、基础破损等缺陷或隐患，需要通过检测确定其是否能够使用。三是在发生灯杆倾斜或倒杆等事件的情况下，需要通过现场检测分析事件原因。四是在灯杆的权属单位或运维单位认为有必要的其他情况下（如在举办重大活动前），为保证灯杆结构安全，也可进行灯杆的检测鉴定。

3.0.3-3.0.4 本条对灯杆的检测鉴定工作程序作了规定。如有其他特定要求，可在流程中增加。

3.0.7-3.0.10 此处给出了抽样检测样本容量的确定方法，实际项目中，灯杆的抽样方案可由检测方与委托方协商确定。

## 4 灯杆基础及周边土体检测

### 4.1 一般规定

4.1.1 预制混凝土基础和现浇混凝土基础所用材料相同，仅成型工艺不同。预制混凝土基础在工厂内成型制造，进场后可进行产品验收检测。现浇钢筋混凝土在施工现场成型，成型过程中有监理等各方监督，除专门委托外，可仅对已投运的基础进行检测。

4.1.3 对于已投运的灯杆基础，不必区分成型方式。同一检验批内的基础类型、尺寸一致，对于未出现倒塌、倾斜的灯杆，应尽量少地开挖基础，减少安全风险。对灯杆倒塌、严重倾斜的事故调查检测，因出现概率较低，可根据需要选择逐一开挖检测。对于灯杆出现成批倾斜的原因分析检测，可采用随机抽样的方式开挖，为减少现场施工风险，应尽量减少开挖量。

### 4.3 尺寸及覆土厚度检测

4.3.3 覆土厚度检测推荐使用钎探法，以减少对基础的扰动。

### 4.4 混凝土抗压强度检测

4.4.1-4.4.3 国家标准《民用建筑可靠性鉴定标准》GB 50292-2015 关于老龄混凝土回弹值龄期修正的规定，适用于龄期已超过 1000 天，且由于结构构造等原因无法采取取芯法对回弹检测结果进行修正的混凝土结构构件，但不适用于仲裁性检验。灯杆基础尺寸通常较小，多为长条状矩形截面基础，钻芯取样会对基础的完整性和承载力造成严重影响，因此优先采用龄期修正系数进行修正。在存在质量争议、事故分析需求等特殊情况下，应进行钻芯修正。

### 4.5 钢筋配置检测

4.5.3 本条参考了国家标准《钢筋混凝土用钢 第 1 部分：热轧光圆钢筋》GB/T 1499.1-2017 和《钢筋混凝土用钢 第 1 部分：热轧带肋钢筋》GB/T 1499.2-2018 两个标准，其中对钢筋公称尺寸的允许偏差精度要求为 0.1mm。

### 4.7 周边土体参数检测

4.7.1-4.7.2 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。土体有效黏聚力和有效

内摩擦角  $c$ 、 $\varphi$  值是计算基础抗倾覆承载力的关键数据。

4.7.3 行业标准《架空输电线路基础设计规程》DL/T 5219-2014 附录 E “基础上拔、下压及倾覆稳定和地基承载力计算用表” 给出了按经验值法取值的要求。

## 5 灯杆结构检测

### 5.2 尺寸检测

5.2.1-5.2.5 灯杆高度、截面直径、直线度、锥度、检修门（口）尺寸可采用激光测距仪、经纬仪、卡尺等测量设备进行检测。

5.2.6 目前大部分灯杆为单节式和多节式，单节式自法兰板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。国家标准《结构用不锈钢无缝钢管》GB/T 14975-2012 和《结构用无缝钢管》GB/T 8162-2018 中对钢管公称尺寸的允许偏差精度要求为 0.1mm。

### 5.3 损伤与变形检查

5.3.1 由于实际工程案例中，因雨水或积水导致的杆体锈蚀、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、杆体与法兰板连接处，此类位置为重点检查部位。

5.3.2 对细小缺陷进行鉴别时，可使用 2 倍至 6 倍的放大镜。

5.3.5 局部变形对灯杆传力路径造成改变，容易发生失稳，发生局部变形的灯杆在计算时应做特殊处理，故检测时应重点检查此项参数。

### 5.5 钢材强度检测

5.5.1 因灯杆结构简单，不适用取样检测方式，应采用无损方式进行钢材强度检测。

5.5.6 国家标准《建筑结构检测技术标准》GB/T 50344-2019 附录 N 中给出了里氏硬度值与钢材抗拉强度换算的方法。

### 5.6 连接部位检测

5.6.6 国家标准《钢结构现场检测技术标准》GB/T 50621-2010 中第 5、6、7 章明确了灯杆焊缝检测的要求。

### 5.8 杆体自振频率检测

5.8.1 相同结构形式、材质尺寸、相同使用工况，相同环境条件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。

5.8.2 本条为采用非接触式检测方式判定灯杆结构隐藏损伤或缺陷的方法，测量基础检测数据需首先按灯杆类型分类，对每一类型的灯杆进行自振频率测试，以获取各类型灯杆对应的自振频率区间作为基准。

## 6 电气系统检测

### 6.1 电气安全性检测

6.1.1 行业标准《城市道路照明施工及验收规程》CJJ 89-2012 中第 7.2 节对接地系统形式与接地电阻值作了规定。

6.1.4 国家标准《测量、控制和实验室用电气设备的安全要求 第 1 部分：通用要求》GB 4793.1-2007 中 6.3.1、6.3.2 对泄流电流值作了规定。

### 6.2 灯杆防雷装置检测

6.2.2 国家标准《建筑物防雷装置检测技术规范》GB/T 21431-2015 中附录 C 给出了换算冲击接地电阻值的方法。国家标准《建筑物防雷装置检测技术规范》GB/T 21431-2015 附录 D 给出了三极法测量接地电阻的方法。

## 7 附属设施检测及灯杆承载力验算

### 7.1 附属设施检测

7.1.1 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，使得承载力验算时未考虑由此造成的附加荷载，在实际工程中多次发生因未经设计增设附属设施导致灯杆出现裂纹并倒塌的案例，所以结构安全分析应将附属设施考虑在内，其中影响最大的是附属设施导致风荷载的增加。影响风荷载的因素主要有附属设施的迎风面积、安装高度、材质等。刚性材料可包括钢质、铝质、硬质塑料、玻璃质、木质等在风荷载作用下变形量小的材料。柔性材料可包括布质、绸质、纸质、软质塑料等在风荷载作用下变形量大的材料。

### 7.2 结构承载力验算

7.2.2 灯杆结构长细比大的特点使其受力分析较为接近高耸结构受力分析。国家标准《高耸结构设计标准》GB 50135-2019 中第 4.2 节明确了水平风荷载的取值和计算方法，风荷载标准值按下式计算：

$$w_k = \beta_z \cdot \mu_s \cdot \mu_z \cdot w_0 \quad (1)$$

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（ $\text{kN/m}^2$ ）；

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

$\mu_z$ —高度  $z$  处的风压高度变化系数；

$\mu_s$ —风荷载体型系数；

$\beta_z$ —高度  $z$  处的风振系数。

7.2.3 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、风振系数与国家标准《高耸结构设计标准》GB 50135-2019 的规定基本一致，复杂杆型的灯杆系数确定较为复杂，可采用数值模拟分析，对实际灯杆受力效应监测得出，或通过风洞试验确定。

7.2.4 重力荷载产生的附加弯矩可参考国家标准《高耸结构设计标准》GB 50135-2019 中第 6 章进行计算。

7.2.6 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，应选择设计文件中钢材强度设计值和实际检测得到的强度等级对应的强度设计值两者中的较低值验算承载力。

7.2.7 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

大的有效截面积造成较大影响。

7.2.8 国家标准《高耸结构设计标准》GB 50135-2019 中第 3.0.10 条规定了高耸结构水平位移限制，并注释单管塔的水平位移限值可适当放宽，具体限制根据各行业标准确定。本条参考行业标准《智慧灯杆技术规范》DBJ/T 15-164-2019 中第 5.3.11 条规定“杆体在以风荷载为主的荷载标准组合极限状态作用下，杆体任意点的横向变形允许值不应大于任意点高度的 1/40”给出判定依据。国家标准《高耸结构设计标准》GB 50135-2019 中第 3.0.10 条明确了以地震荷载为主的荷载标准组合作用下，对变形允许值的规定。

### 7.3 基础承载力验算

7.3.1 基础承载力、稳定性是决定基础安全性的前提，因为灯杆基础较为细长，且为单基础的特点，鉴定时应对其地基承载力和抗倾覆承载力进行验算。当灯杆位于斜坡上时，应补充验算地基稳定性。

7.3.2 按国家标准《建筑地基基础设计规范》GB 50007-2011 的规定验算灯杆地基承载力。

当轴心荷载作用时，基础底面的压力按下式计算：

$$p_k \leq f_a \quad (2)$$

式中， $p_k$  为标准组合作用时，基础底面处的平均压力值（kPa）；

$f_a$  为修正后的地基承载力特征值（kPa）。

当偏心荷载作用时，基础底面的压力除应符合式（2）要求外，尚按下式计算：

$$p_{kmax} \leq 1.2f_a \quad (3)$$

式中， $p_{kmax}$  为标准组合作用时，基础底面边缘的最大压力值（kPa）。

7.3.3 灯杆基础多为柱状独立基础，通过法兰板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承载力。行业标准《钢塔桅结构设计规范》GY 5001-2004 中第 9.2.8 条规定了基础抗倾覆承载力计算方法。基础抗倾覆承载力按下式判定是否满足要求：

$$M_f \leq M_{kf} / \gamma_f \quad (4)$$

式中， $M_f$  为倾覆力矩，kN·m，通过结构受力分析得到；

$M_{kf}$  为抗倾覆力矩，kN·m；

$\gamma_f$  为抗倾覆稳定系数， $\gamma_f = 1.5$ 。

7.3.4 灯杆的结构形式、基础形式与《架空输电线路基础设计规程》DL/T 5219—2014 中第 6.1 节中的电杆基本一致，灯杆基础的抗倾覆力矩可按行业标准《架空输电线路基础设计规程》DL/T 5219—2014 中第 6.1 节电杆基础极限倾覆力矩的规定计算。

## 8 灯杆安全性鉴定

### 8.1 一般规定

8.1.1 灯杆结构安全性等级按照实际应用分为3个等级，对应完好、有缺陷、存在安全风险三个层次，按照不同等级，提出相应的后处理措施。电气系统不合格项直接涉及用电安全，且相对易于处理，因此仅做出合格判定，不合格的应立即整改。

### 8.2 结构鉴定评级

8.2.1 按表 8.2.1 划分等级时，各等级对应的分级标准要求均应同时满足。等级划分原则以承载力验算结果为主要判断项。当抗力与效应比  $R/\gamma_0 S \geq 0.95$  时，由于材料的安全储备、设计的安全余量使得承载力上能满足安全下限要求，但已出现的损伤与变形、倾斜会在自然环境作用下继续恶化，随着时间的推移，出现安全风险的可能性较大，所以需要采取修复措施。当抗力与效应比  $R/\gamma_0 S < 0.95$  时，不论损伤与变形、倾斜是否严重，均应尽快采取加固或更换措施，具体措施可综合经济因素确定。