

DOI:10.16799/j.cnki.esdqyfh.2021.02.053

道路综合杆扩大基础优化设计

王文彪

[上海市市政工程设计研究总院(集团)有限公司,上海市 200092]

摘要:结合上海市道路合杆工程,对比分析了不同规范风荷载计算结果,给出了综合杆上部荷载参考规范及计算公式建议,并根据对大量工程实际案例的统计分析,确定了综合杆上部荷载等级划分;同时根据工程实施条件,针对性地优化设计并确定了基础类型划分。所得结果为综合杆基础设计和工程实施提供了有益参考,利于合杆工程建设。

关键词:综合杆;扩大基础;设计;上部荷载

中图分类号: TU470

文献标志码: A

文章编号: 1009-7716(2021)02-0197-03

0 引言

在路侧设施迅速增设的同时,城市道路杆体数量繁冗、类型多样、分布无序的问题日益突出,杆体的数量和密度已形成街头的“杆件森林”,严重影响了市容环境和城市形象。因此,加强路侧杆件管理,寻求集约化、精细化管理的新思路,是大型城市精细化管理的重要体现。搭载多部门、多类型设备设施,将路灯、指示牌、红绿灯、监控探头等杆件集成整合的道路综合杆,是道路附属设施集成化布设的载体,为城市道路集约化管理提供了良好的解决方案。在改善城市景观的同时,实现了城市道路公共空间附属设施的集成运维,也为智慧城市物联感知端提供了泛在网格化的搭载节点^[1]。

为了贯彻落实创新、协调、绿色、开放、共享的发展理念,加强城市精细化管理,规范道路杆件及相关设施设置,切实改善市容市貌,创造有温度、可感知的城市环境,上海市进行了合杆技术导则和地标规范编制,并进行了大规模的道路合杆整治工程,效果显著^[2]。在综合杆为道路路侧物联感知体系提供优良服务的同时,也对自身结构和承载能力提出了特殊要求。然而,由于综合杆结构型式不同于以往的路侧杆件设施,其相关设计没有相关工程项目进行参考,也没有特定的设计规范参数取值,且搭载的设施数量众多、类型复杂,结构上部荷载受

力形式不同,其基础型式需进行专项设计。另外,在市政道路有限的地下空间条件下,基础尺寸的合理确定,有利于大规模推广建设,也为以综合杆为载体的智慧城市物联泛在感知体系提供安全保障,所以还应对其基础型式进行优化合理设计。

1 工程概况

上海市某道路合杆整治工程,涉及市区近70个路段共计60多km道路。建设内容包括原有道路监控杆、红绿灯杆、标牌杆、路灯杆等多种类型杆件的合并与拆除,并建设综合杆,配套建设综合管道、综合箱和综合电源箱^[3],见图1。道路合杆整治工程项目涉及范围广,杆件类型和设施类型多种多样,因而道路综合杆搭载的设施组合多样,上部荷载各不相同。从工程实施角度,宜尽量对基础进行类型划分,建立统一的几种尺寸规格。



图1 某道路合杆工程

2 上部荷载计算

通过对项目各类情况进行统计分析,综合杆上由于搭载了标牌、红绿灯等面积较大的设施,其上部荷

收稿日期:2020-07-16

基金项目:国家重点研发计划(2019YFB2101600);上海建工集团科研课题(17YJKF-24)

作者简介:王文彪(1990—),男,硕士,工程师,从事桥梁设计工作。

载主要由风荷载决定。原路灯、标牌、监控等杆件设计对于风荷载计算,有其行业规范或设计手册可指导参考。而对于综合杆这类新型结构,其搭载的设施多样,无法确定其是否可直接适用于某个规范,且无相关工程案例参考,因而需要对其上部荷载规范计算进行对比分析。

影响结构风荷载的因素较多,计算方法多样。对于主要受力结构,风荷载标准值有2种形式。其一为平均风压加上脉动风风振的等效风压;其二为平均风压乘以风振系数。我国及大多数国家主要采用后一种规范,它综合考虑了结构在风荷载作用下的动力响应。

2.1 规范对比

一种计算方法以《建筑结构荷载规范》(GB 50009—2012)和《高耸结构设计标准》(GB 135—2019)为主要代表,其主要通过设定设计年限的基本风压,考虑不同地面粗糙度、结构高度、结构体型和阵风系数来计算风荷载标准值 W_k 。

$$W_k = \beta_z \mu_s \mu_z W_0 \quad (1)$$

式中: W_k 为风荷载标准值, kN/m^2 ; β_z 为风振系数; μ_s 为体型系数,本工程取1.3; μ_z 为风压高度变化系数,本工程取0.65; W_0 为基本风压, kN/m^2 ,上海地区50 a一遇基本风压 W_0 为0.55 kN/m^2 。

《高耸结构设计标准》对于杆类结构风荷载的规范计算公式与《建筑结构荷载规范》相同,只是参数取值略有差别。

另外一种以《公路桥梁抗风设计规范》(JTG/T 3360-01—2018)和《公路交通标志和标线设置规范》(JTG D82—2009)为主要代表,其主要通过设定设计年限的基本风压,考虑不同地面粗糙度、结构高度、结构体型和阵风系数来计算风荷载标准值。其认为自然风可分解为不随时间变化的平均风与随时间变化的脉动风的叠加。规范中将平均风作用与风的背景脉动两部分合并,总的响应与平均风响应之比称为静阵风系数 G_v ,它是与地面粗糙程度、离地面高度以及水平加载长度相关的系数。

标示牌所受风荷载:

$$F_{wb} = \left[\left(\frac{1}{2} \rho V_g^2 C \right) \sum_{i=1}^n (W_{bi} \times H_{bi}) \right] / 1000 \quad (2)$$

$$V_g = G_v V \quad (3)$$

式中: F_{wb} 为标示牌所受的风荷载, kN ; ρ 为空气密度,取为1.25 kg/m^3 ; C 为风力系数,根据《公路交通标志和标线设置规范》,标示牌取 $C=1.2$; V_g 为静阵风风速; G_v 为静阵风系数; V 为风速,根据上述规范

附录A,上海市离地10 m高、50 a一遇10 min平均最大风速为31.3 m/s ; W_{bi} 为第 i 块标示牌的宽度; H_{bi} 为第 i 块标示牌的高度。

2.2 风荷载标准值计算结果对比

根据各规范要求,计算可得3种规范的结果,见表1。

表1 风荷载标准值 W_k 规范对比表 单位: kN/m^2

建筑结构荷载规范	高耸结构设计标准	公路桥梁抗风设计规范
0.953	1.104	1.631

根据计算结果,《公路桥梁抗风设计规范》和《高耸结构设计标准》计算结果偏大。鉴于综合杆整体高度不高,不属于特大或高耸结构,为路侧附属设施,故建议采用《建筑结构荷载规范》(GB 50009—2012)进行计算。

2.3 上部荷载计算结果对比

本研究分析工程案例取杆件照明高度10 m,杆体下部直径320 mm,上部直径240 mm,上部副杆直径160 mm。

道路综合杆搭载的设施类型较多,包括路灯、道路标牌、红绿灯、监控探头等等,其搭载设施种类众多,设施尺寸大小各异,因而杆件类型、尺寸等会变化。根据对大量杆件上部荷载的计算和统计,大致可以分为A~F 5个等级。不同杆件类型和设施搭载情况下的上部荷载见表2。

表2 上部荷载等级划分

搭载设施	杆件类型	纵向弯矩 / ($\text{kN} \cdot \text{m}$)	纵向水平力 / ($\text{kN} \cdot \text{m}$)
仅路灯	F	20.37	3.46
小型指路牌 + 监控 × 1 + 标牌 × 1	E	56.70	8.80
大型指路牌	D	108.02	16.79
分道指示牌	C	74.68	12.03
监控 × 3	B	40.40	6.47
红绿灯 × 2 + 监控 × 2 + 路名牌	A	58.74	9.22

3 基础设计验算

混凝土独立扩大基础是保证结构安全的重要构件,其设计原则应该是既安全可靠又经济合理,设计时必须使基础有足够大的底面积和足够的强度,国内外对此作了很多研究^[4-5]。

扩大基础的设计参照规范比较明确,主要包括国家标准《建筑地基基础设计规范》(GB 50007—

2001)和上海市地方标准《地基基础设计规范》(DG J08-11-2010),2种规范对于基础的验算公式相同,均规定扩大基础设计应进行地基承载力、抗倾覆稳定性、抗滑动稳定性、基础自身承载力、软弱下卧层等验算。

3.1 基础验算

综合杆所受荷载均为双向偏心荷载。

(1)当矩形基础承受双向偏心荷载时:

$$P_{k,\max} = \frac{F_k + G_k}{A} + \frac{M_{kx}}{W_x} + \frac{M_{ky}}{W_y} \quad (4)$$

$$P_{k,\min} = \frac{F_k + G_k}{A} - \frac{M_{kx}}{W_x} - \frac{M_{ky}}{W_y} \quad (5)$$

式中: $P_{k,\max}$ 为相应于荷载效应标准组合下基础边缘最大压力值; $P_{k,\min}$ 为相应于荷载效应标准组合下基础边缘最小压力值; F_k 为相应于荷载效应标准组合下上部结构传至基础的竖向力值; G_k 为基础自重(包括基础上的土重)标准值; A 为基础底面面积; M_{kx} 、 M_{ky} 为相应于荷载效应标准组合下上部结构传至基础对 x 、 y 轴的力矩值; W_x 、 W_y 为矩形基础底面对 x 、 y 轴的抵抗矩。

验算判断依据: $P_{k,\max} < 1.2 [f_a]$,其中 $[f_a]$ 为修正后的地基承载力特征值。

(2)结构有沿竖向力产生弯矩和水平力产生弯矩合弯矩方向倾覆趋势,验算结构抗倾覆稳定性系数。抗倾覆稳定性系数 k_0 须不小于1.6,计算式如下:

$$k_0 = \frac{S}{e_0} \quad (6)$$

式中: k_0 为基础抗倾覆稳定性系数; S 为在截面重心至合力作用点的延长线上,自截面重心至验算倾覆轴的距离, m ; e_0 为所有外力的合力 R 在验算截面的作用点对基底重心轴的偏心距。

(3)抗滑动稳定性系数 k_s 须不小于1.3。

3.2 基础设计选型

应优先选用扩大基础类型,现场实施条件受限时,可采用桩基础等类型。根据计算结果可知,综合杆外力由风荷载决定,且其主要以沿道路纵向弯矩为主,横向弯矩相对较小。

综合杆一般设置于路侧设施带,且尽量位于路侧2棵树木中间。鉴于上海市树穴宽度一般为1.5 m,以不占用既有管线为原则,基础宽度确定为不大于

1.5 m。从节约角度,确定为扩大基础类型。

根据计算结果,确定外部荷载等级划分为A~F 5级。设定基础埋深均为2.5 m,以充分利用土体自重。根据多次试算,不同荷载等级条件下的基础尺寸见表3。

表3 基础类型划分

基础序号	杆件类型	纵向弯矩/(kN·m)	纵向力/kN	深度/m	长度/m	宽度/m
1	F	20	4	2.5	1.35	1.20
2	B	45	7	2.5	1.85	1.35
3	E/A	60	10	2.5	2.20	1.35
4	C	80	12	2.5	2.40	1.50
5	D	110	17	2.5	2.85	1.50

由表3可见,基础宽度方向设置相差不大,长度方向根据荷载情况,大致呈阶梯增长,设置比较合理。设计或施工时,可根据上部搭载情况,初步判断基础类型,用于指导工程实施。

4 结 语

(1)对比分析了不同设计规范的风荷载计算结果,分析了不同规范的计算模型和原理。对计算结果进行分析后,建议采用《建筑结构荷载规范》(GB 50009—2012)进行计算。

(2)对各种设施搭载情况进行统计分析,确定了5个上部荷载等级,便于工程实施时的上部荷载初步估计。

(3)对不同荷载情况,根据工程实际实施条件,确定基础类型和设计边界,根据规范设计要求,确定了5个上部荷载等级下,优化确定5个基础尺寸等级,便于设计选配和现场实施,利于合杆项目推进。

参考文献:

- [1] 王磊.上海市道路合杆整治工程创新实践[J].城市道桥与防洪,2020(3):110-113.
- [2] 上海市住房和城乡建设委员会.上海市道路合杆整治技术导则[Z].上海:上海市住房和城乡建设委员会,2018.
- [3] 井立阳.上海市道路合杆工程技术规程编制研究[J].光源与照明,2019(4):35-41.
- [4] 顾朝阳,罗明勇,罗金辉.混凝土独立扩展基础研究及工程设计现状综述[J].建筑结构,2017,47(6):1091-1095.
- [5] 李杰.中美扩展基础设计规范对比与分析研究[J].工程建筑,2019,51(6):49-54.