

35kV输电线路 环形混凝土电杆 标准化设计图集

普通和部分预应力混凝土电杆杆型图

(上册)

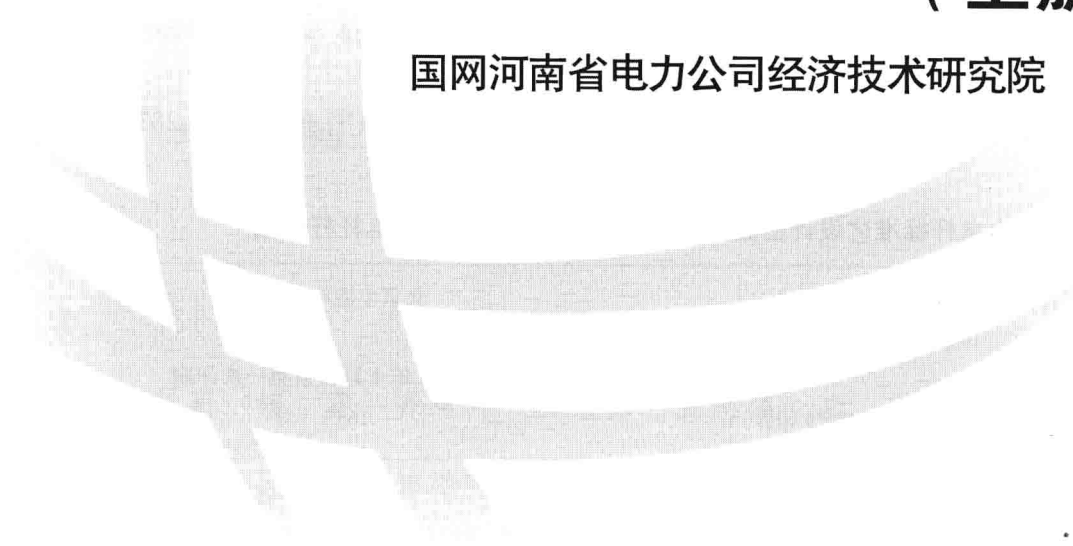
国网河南省电力公司经济技术研究院 组编

35kV输电线路 环形混凝土电杆 标准化设计图集

普通和部分预应力混凝土电杆杆型图

(上册)

国网河南省电力公司经济技术研究院 组编



中国电力出版社
CHINA ELECTRIC POWER PRESS



输电线路标准化设计是国网河南省电力公司加快科学发展,建设资源节约型、环境友好型社会,大力提高集成创新能力的重要体现,是实施标准化管理、统一工程建设标准和合理控制造价的重要手段,对提高输电线路设计、物资招标、施工运维等工作效率将发挥重要技术支撑作用。

本书为《35kV 输电线路环形混凝土电杆标准化设计图集 普通和部分预应力混凝土电杆杆型图》,全书共 8 个杆塔模块、96 个杆塔子模块,各子模块均包括主要技术条件参数表、子模块说明及杆型一览表。

本书可供电力系统各设计单位、从事电力建设工程规划、管理、施工、安装、运维、设备制造等专业人员以及大专院校相关专业的师生参考使用。

图书在版编目(CIP)数据

普通和部分预应力混凝土电杆杆型图(上、下册)/国网河南省电力公司经济技术研究院组编. —北京:中国电力出版社,2015.4
(35kV 输电线路环形混凝土电杆标准化设计图集)

ISBN 978-7-5123-6844-6

I. ①普… II. ①国… III. ①预应力混凝土—线路杆塔—图集
IV. ①TM75-64

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2014)第 283452 号

35kV 输电线路环形混凝土电杆标准化设计图集 普通和部分预应力混凝土电杆杆型图

中国电力出版社出版、发行

北京丰源印刷厂印刷

各地新华书店经售

(北京市东城区北京站西街 19 号 100005 <http://www.cepp.sgcc.com.cn>)

2015 年 4 月第一版

2015 年 4 月北京第一次印刷

880 毫米×1230 毫米 横 16 开本 47.75 印张

1673 千字

定价 900.00 元(上、下册)(含 1CD)

敬告读者

本书封底贴有防伪标签,刮开涂层可查询真伪

本书如有印装质量问题,我社发行部负责退换

版权专有 翻印必究

《35kV 输电线路环形混凝土电杆标准化设计图集》

编 委 会

主 任 侯清国

副主任 周 凯 吴云喜 凌绍雄

委 员 史建庄 于旭东 张居团 魏胜民 刘跃新 吴中越 宋晓磊 秦江坡 周凤珍 刘 军
王 磊 王 璟

《35kV 输电线路环形混凝土电杆标准化设计图集》

编 制 组

主 编 刘跃新 吴中越

副主编 刘 军 王 磊 王 璟

成 员 刘湘莅 李 屹 任歌武 郭新菊 胡 鑫 齐道坤 程宏伟 王忠强 王 杰 樊东峰
王政伟 孟宇红 孙 卉 安 庆 孟 瑾 郭珊珊

《35kV 输电线路环形混凝土电杆标准化设计图集 普通和部分预应力混凝土电杆杆型图》 设计工作组

牵头单位 国网河南省电力公司经济技术研究院（河南经纬电力设计院）

成员单位 三门峡电力设计有限责任公司

驻马店市华宇电力设计有限公司

洛阳华兴电力工程设计有限公司

商丘市天宇电力工程勘测设计有限公司

河南鼎力杆塔股份有限公司

《35kV 输电线路环形混凝土电杆标准化设计图集 普通和部分预应力混凝土电杆杆型图》

总论及主要技术原则编写人员

审 核 刘湘莅

校 核 郭新菊

编 写 胡 鑫 齐道坤 席小娟 路晓军 郭正位 张少辉 刘存凯 李旭阳 景 川 王 洋
梁 晟 陈 晨 李 勇 肖 波 张 亮 王文峰 唐 旻 申燕飞 宋文卓 姚 晗
申文苑 杨 敏 郭 艾 翟育新 周铁军 郭新龙

《35kV 输电线路环形混凝土电杆标准化设计图集 普通和部分预应力混凝土电杆杆型图》

模 块 编 写 人 员

审 核 刘文全 张少峰 刘向阳 高延波 韩 潇

校 核 魏丽君 王中伟 胡安群 郝永生 朱光辉

编 写 段灿燊 杨大东 段江涛 刘裕强 李善金 张清峰 王玉杰 张 建 刘继伟 张祥辉
崔毅如 赵 超 付建辉 戎改丽 翟建峰 殷向辉 王康达 侯元良 贺宝珍 王 丹
张潇楠 杜丹丹 郭 栋 杨柏林

前 言

《35kV 输电线路环形混凝土电杆标准化设计图集》是国网河南省电力公司标准化建设成果体系的重要组成部分。2014 年，在省公司领导的关心指导下、在公司建设部和科技部的大力支持下，国网河南省电力公司经济技术研究院牵头组织相关科研单位和设计院，结合河南“十三五”电网规划，在广泛调研的基础上，经专题研究和专家论证，编制完成《35kV 输电线路环形混凝土电杆标准化设计图集 普通和部分预应力混凝土电杆杆型图》。

本书全面涵盖了河南省区域通用设计气象条件(风速 27m/s、覆冰厚度 10mm 和 15mm)和常用导线型号(JL/G1A-120/20、JL/G1A-150/25、JL/G1A-185/30、JL/G1A-240/30)等技术范围，兼顾了单双回路、有无地线、35kV 与 10kV 同杆架设等实际要求，具有可靠性、先进性、统一性、适用性、经济性和灵活性等显著特点，是国网河南电力公司标准化体系建设的又一重大成果，对指导河南省 35kV 电网标准化体系建设、提高电网建设的质量和效率将发挥积极的推动作用。

本书在编制过程中得到了国网河南省电力公司相关部门的大力支持，在此谨表感谢。

由于编者水平有限，书中难免存在不妥之处，敬请广大读者给予指正。

编 者

二〇一五年二月

目 录

前言

上 册

第 1 章 概述·····	1	第 7 章 综合效益分析·····	20
第 2 章 设计依据·····	2	第 8 章 总体使用说明·····	21
第 3 章 模块划分和分工·····	3	第 9 章 35GCA 模块·····	23
第 4 章 主要设计原则和方法·····	5	第 10 章 35GCB 模块·····	143
第 5 章 杆塔结构优化·····	16	第 11 章 35GCC 模块·····	250
第 6 章 主要技术特点·····	18		

下 册

第 12 章 35GCD 模块·····	353	第 15 章 35GCG 模块·····	610
第 13 章 35GCE 模块·····	441	第 16 章 35GCH 模块·····	675
第 14 章 35GCF 模块·····	537		

第 1 章

概 述

1.1 目的和意义

根据国家电网公司“集团化运作、集约化发展、精益化管理、标准化建设”的总体要求，国网河南省电力公司在广泛开展调研的基础上，积极推进“大建设”和基建标准化管理体系建设，以科技创新和标准化管理为着重点，以提高电网建设工作质量和效率为出发点，不断提升设计成果集成创新能力和标准化建设水平。

开展 35kV 输电线路杆塔的标准化设计工作，对强化集约化管理，统一建设标准、统一材料规格、规范设计程序，提高设计、评审、招标、施工的工作效率和工作质量，均起到重要的技术支撑作用，是对国家电网公司输变电工程标准化设计成果的重要补充。

1.2 总体原则

本图集在编制过程中贯彻执行国家电网公司全寿命周期和“两型三新”设计理念，遵循通用设计原则，确保安全可靠、先进适用、资源节约、环境友好，

实现可靠性、统一性、适应性、经济性、先进性和灵活性的协调统一。

(1) 可靠性：根据区域自然、气象条件，在调研的基础上，经技术经济比较，优化杆型设计，确保杆塔安全可靠。

(2) 统一性：以最新规程、规范为基础，参照国家电网公司标准化设计成果，统一技术标准和设备采购标准。

(3) 适应性：广泛适用于以平地、丘陵地形为主的城区和非城区 35kV 电力线路，并统筹兼顾 10kV 线路同杆架设。

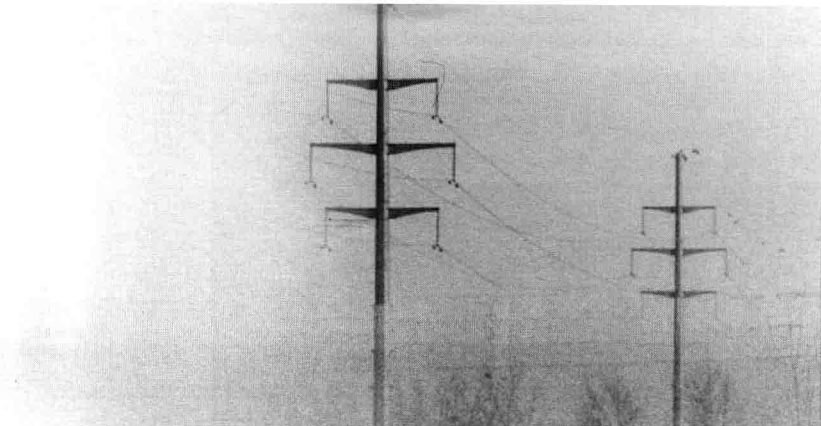
(4) 经济性：以全寿命周期理念为基础进行最优化设计，综合考虑工程初期投资与长期运行费用，合理确定杆段根、梢径范围，确保最佳的经济效益和技术水平。

(5) 先进性：在大力应用国家电网公司优秀设计成果的基础上，提高集成创新能力，积极采用新材料、新技术、新工艺，做到技术先进，造价合理。

(6) 灵活性：本次设计按照城区和非城区、有无地线等情况，合理划分设计模块及转角度数，方便设计及施工。

第 2 章

设计依据



2.1 主要规程规范

本次标准化设计主要按照以下规程规范执行:

GB/T 700—2006 碳素结构钢

GB/T 1179—2008 圆线同心绞线架空导线

GB/T 1591—2008 低合金高强度结构钢

GB/T 3098.1—2000 紧固件机械性能 螺栓、螺钉和螺柱

GB/T 3098.2—2000 紧固件机械性能 螺栓 粗牙螺纹

GB/T 3098.4—2000 紧固件机械性能 螺栓 细牙螺纹

GB/T 4623—2006 环形混凝土电杆

GB 16434—1996 高压架空送电线路和发电厂、变电所环境污秽分级及外绝缘选择标准

GB 50010—2010 混凝土结构设计规范

GB 50017—2003 钢结构设计规范

GB 50061—2010 66kV 及以下架空电力线路设计规范

GB 50545—2010 110kV~750kV 架空输电线路设计技术规范

DL/T 620—1997 交流电气装置的过电压保护和绝缘配合

DL/T 5154—2012 架空输电线路杆塔结构设计技术规定

2.2 国家电网公司有关规定

国家电网生计〔2005〕400 号《国家电网公司十八项电网重大反事故措施(试行)》

国家电网安检〔2009〕664 号《国家电网公司电力安全工作规程(线路部分)》

基建办〔2008〕1 号《协调统一基建类和生产类标准差异条款(输电线路部分)》

第 3 章

模块划分和分工

3.1 划分原则

本标准化设计以 30 年重现期、风速取 27m/s(10m 基准高)、覆冰厚度 10mm 和 15mm、海拔高度低于 1000m 的平原和丘陵地区为条件,针对环形混凝土电杆适用的电压等级、回路数、导线截面、杆塔型式、气象条件、地形条件、地线架设型式、适用档距、挂线点型式和杆段连接方式(杆身、基础),通过技术经济比较,确定技术原则,合理划分杆型模块。

3.1.1 电压等级

本标准化设计依据调研结果,以 35kV 电压等级为基准,结合适用区域的电力通道现状及设计规划,综合考虑了城区与双回 10kV 线路同杆架设的电压等级。

3.1.2 回路数

本标准化设计根据区域特点,按照 35kV 单回路、35kV 单回路及 10kV 双回路、35kV 双回路、35kV 双回路及 10kV 双回路设计。

3.1.3 导线截面

根据《河南“四类配网”差异化发展技术原则(2013 年)》和《河南省四类配网差异化发展技术原则(试行)》及国网河南省电力公司相关部门意见,结合河南省电网特点,经过综合分析比选,本次标准化设计 35kV 线路导线按 120、150、185mm² 和 240mm² 四种截面选取,10kV 线路导线按 240mm² 截面架空绝缘选取。

3.1.4 杆塔型式

本次标准化设计采用环形混凝土电杆,本着技术先进、经济合理的原则,

选用普通混凝土电杆及部分预应力混凝土电杆两种配筋型式,根据技术条件及适用特点,本次仅考虑混凝土杆单杆型式,均为无拉线杆型,单回路采用上字形排列,双回路采用鼓形排列。

混凝土电杆锥度采用 1/75。

3.1.5 气象条件

根据调研结果,本次标准化设计结合区域气象特点和典型气象区的气象参数,按照高强度混凝土电杆的使用条件,设计风速取 27m/s,设计冰厚取 10mm 和 15mm。

3.1.6 地形条件

根据调研结果,本次标准化设计主要适用海拔高度在 1000m 以下的平地 and 丘陵地区。

3.1.7 地线架设型式

根据 GB 50061—2010 相关规定要求,35kV 架空电力线路进出线段 1~1.5km 宜架设地线。结合 35kV 水泥杆适用条件,本设计分为有地线(单根)和无地线两种杆塔型式。

3.1.8 适用档距

根据调研结果,广泛征求国网河南省电力公司相关部门意见,经过技术经济比较,本设计城区直线、耐张杆塔水平档距均取 150m、垂直档距均取 200m;非城区直线杆塔水平档距取 150m 和 250m、垂直档距取 200m 和 300m,耐张杆塔水平档距取 200m、垂直档距取 300m。

3.1.9 挂线点型式

直线杆导线挂点按照单挂点和独立双挂点设计,地线按照单挂点设计;耐

张杆导、地线及跳线均按单挂点设计。

3.1.10 杆段连接方式

根据调研结果并广泛征求设计、施工和运维部门意见，本标准化设计环形混凝土电杆杆身按照焊接连接方式考虑，杆身与基础按照法兰连接方式考虑。

3.2 划分和编号

依据调研结果及国网河南省电力公司相关部门意见，结合本设计杆型使用特点，电杆按照导线截面、气象条件、回路数、有无地线和适用区域等因素，共划分为 8 个杆塔模块，96 个杆塔子模块，365 个杆塔型式。

总模块划分一览表见表 3.2-1。

表 3.2-1 总模块划分一览表					
编号	模块	导线型号	覆冰厚度（mm）	回路数	适用区域
1	35GCA	JL/G1A-120/20	10、15	单	城区、非城区
2	35GCB	JL/G1A-150/25	10、15	单	城区、非城区
3	35GCC	JL/G1A-185/30	10、15	单	城区、非城区
4	35GCD	JL/G1A-240/30	10、15	单	城区、非城区
5	35GCE	JL/G1A-120/20	10、15	双	城区、非城区
6	35GCF	JL/G1A-150/25	10、15	双	城区、非城区

续表 3.2-1

编号	模块	导线型号	覆冰厚度（mm）	回路数	适用区域
7	35GCG	JL/G1A-185/30	10、15	双	城区、非城区
8	35GCH	JL/G1A-240/30	10、15	双	城区、非城区

3.3 设计分工

本标准化设计按照导线截面及回路数共分 8 个模块、365 种杆型，设计工作量较大，为保证设计工作能按期完成，项目组根据设计经验及工作特点选择 7 家单位参与本次标准化设计工作，具体参与单位及承担内容详见表 3.3-1。

表 3.3-1 参与单位及承担内容划分表		
序号	参编单位	负责内容
1	国网河南省电力公司经济技术研究院	牵头、技术总负责
2	三门峡电力设计有限责任公司	技术负责、35GCA、35GCE
3	河南经纬电力设计院	35GCB、35GCF
4	驻马店市华宇电力设计有限公司	杆段配筋设计
5	商丘市天宇电力工程勘测设计有限公司	35GCC、35GCG
6	洛阳华兴电力工程设计有限公司	35GCD、35GCH
7	河南鼎力杆塔股份有限公司	技术配合

第4章

主要设计原则和方法

4.1 设计气象条件

本标准化设计根据调研结果，结合《66kV 及以下架空电力线路设计规范》（GB 50061—2010）中的典型气象区参数进行适当归并、制定。

本标准化设计按照安全可靠、通用适用的原则，气象条件重现期按 30 年、设计风速取 27m/s、覆冰厚度取 10mm 和 15mm。各子模块年平均气温采用典型气象区中条件，操作过电压和雷电过电压的风速按规范中的详细规定进行取值，其他工况的风速不必按导线高度进行折算，按规范中取值即可。

具体设计气象条件组合详见表 4.1-1。

表 4.1-1 标准化设计气象条件			
冰风组合条件		I	II
大气温度（℃）	最高	40	
	最低	-20	
	覆冰厚度	-5	
	基本风速	-5	
	安装	-10	
	雷过电压	15	
	操作过电压	15	
	年平均气温	15	

		续表 4.1-1	
冰风组合条件		I	II
风速（m/s）	基本风速	27	
	覆冰厚度	10	
	安装	10	
	雷过电压	10	
	操作过电压	15	
覆冰厚度（mm）		10	15
冰的密度（g/mm ² ）		0.9	

注 地线支架强度按导线设计覆冰厚度增加 5mm 工况校验。

4.2 导线和地线

目前我国导线标准采用 GB/T 1179—2008，参照国网公司标准物料导、地线参数及相关技术要求，结合《河南“四类配网”差异化发展技术原则（2013 年）》相关要求，本次标准化设计导线选用 JL/G1A-120/20、JL/G1A-150/25、JL/G1A-185/30、JL/G1A-240/30 型钢芯铝绞线；配合地线选用单根 GJ-50 型镀锌钢绞线；10kV 选用 JKLYJ-240 型架空绝缘导线。

导、地线技术参数及机械特性可参考表 4.2-1～表 4.2-3。

表 4.2-1 35kV 导线技术参数及机械特性					
型号		JL/G1A-120/20	JL/G1A-150/25	JL/G1A-185/30	JL/G1A-240/30
根数/直径 (mm)	钢	7/1.85	7/2.10	7/2.32	7/2.40
	铝	26/2.38	26/2.70	26/2.98	24/3.60
计算截面 (mm²)	钢	18.82	24.25	29.59	31.67
	铝	115.67	148.86	181.34	244.29
	总计	134.49	173.11	210.93	275.96
外径 (mm)		15.1	17.1	18.9	21.6
额定抗拉力 (kN)		42.26	53.67	64.56	75.19
计算质量 (kg/km)		466.1	600.1	731.4	920.7
弹性模量 (kN/mm²)		76	76	76	73
温度线膨胀系数 (1/℃)		0.0000189	0.0000189	0.0000189	0.0000196

表 4.2-2 10kV 导线技术参数及机械特性	
型 号	JKLYJ-240
导体结构 (n/mm)	37/2.92
导体外径 (mm)	18.40
内屏蔽厚度 (mm)	0.80
绝缘厚度 (mm)	3.40
电缆外径 (mm)	26.80
电缆计算质量 (kg/km)	946.1
导体计算拉断力 (N)	34679

表 4.2-3 地线技术参数及机械特性	
型 号	GJ-50
结构 (根/mm)	7/2.90
计算截面积 (mm²)	46.24
外径 (mm)	8.7

单位长度质量 (kg/100m)	36.71
绞线破断拉力 (kN)	≥58.28
弹性模量 (GPa)	185.0
线膨胀系数 (1/℃)	11.5×10 ⁻⁶

根据调查统计，城区 35kV 线路档距主要为 120～150m，非城区档距主要为 150～200m（部分地段大于 200m）。通过技术经济比较，合理确定导、地线安全系数，在尽量降低杆塔高度的同时减小杆塔受力，优化杆塔重量，降低工程造价。

综合技术经济比较，本标准化设计 35kV 导线安全系数城区取 7.0，非城区取 3.0，10kV 导线考虑到使用过程中会另外配合杆塔使用，安全系数取 8.0。

仅在覆冰工况地线支架强度计算时，考虑地线覆冰较导线增加 5mm 覆冰设计，断线工况不考虑增加 5mm 覆冰。地线按安全系数法计算荷载，地线安全系数大于导线安全系数。根据导、地线配合分析，地线安全系数城区取 8.0，非城区取 4.0。

如 35kV 线路采用 OPPC 复合相线或者采用 OPGW 光缆地线，考虑到 OPPC 复合相线一般要求其技术特性与普通导线相匹配，其荷载与普通导线基本一致。35kV 系统单相短路电流一般较小，选择的 OPGW 光缆截面一般小于 80mm²，其外径和张力与 GJ-50 钢绞线接近，因此，本标准化设计导、地线不特殊考虑 OPPC 相线或 OPGW 光缆地线架设的情况，如需使用请另行计算校验。

4.3 绝缘配合及防雷接地

4.3.1 绝缘配合原则

依照 GB 50061—2010 和 DL/T 620—1997 进行绝缘设计，使输电线路能在工频电压、操作过电压和雷电过电压等各种情况下安全可靠接地。

根据调研结果，大量 35kV 线路处于 d 级污秽区，因此按照 d 级污秽区（要求爬电比距≥2.8cm/kV）进行绝缘配合设计。考虑到本次标准化设计可适用于人口密集地区，按照所处地区的工、农业现状及未来发展规划情况，结合国网河南省电力公司相关部门意见，绝缘配置按 e 级污秽区（要求爬电比距≥3.2cm/kV）进行校验。

4.3.2 绝缘子选型

依照 GB 50061—2010 相关要求，绝缘子型号以 XP-70 为基准，海拔高度 1000m 以下空气清洁地区，悬垂绝缘子数量易采用 3 片。本标准化设计根据适用区域的污秽等级和发展情况，采用爬电比距法确定绝缘子型式和数量。

绝缘子的片数按式（4.3.2-1）计算

$$n \geq \frac{dU_N}{KL_0} \tag{4.3.2-1}$$

式中 n ——直线杆塔绝缘子串的绝缘子片数；

U_N ——线路额定电压，kV；

d ——爬电比距，cm/kV；

L_0 ——绝缘子几何爬距距离，cm；

K ——有效系数，一般取 1.0。

根据计算结果，结合调研情况，按照国家电网公司标准物料，本图集采用防污性能较优的 FXBW-35/70-2 型复合绝缘子进行电气、荷载及结构验算。

35kV 复合绝缘子参数详见表 4.3.2-1。

表 4.3.2-1 35kV 复合绝缘子参数

绝缘子型号	额定抗拉负荷 (kN)	结构高度 (mm)	最小电弧 距离 (mm)	最小公称 爬电距离 (mm)	雷电全波冲击耐 受电压 (kV, 峰值)	工频一分钟湿耐 受电压 (kV, 有效值)	质量 (kg)
FXBW-35/ 70-2	70	670±15	460	1015	≥250	≥95	2.3

4.3.3 绝缘子串

根据国家电网公司标准物料，结合本次标准化设计特点，35kV 导线耐张塔采用 120kN 双联单挂点耐张绝缘子串，跳线采用 70kN 单联单挂点跳线串，直线采用 70kN 单联单挂点悬垂串，其中位于重要交叉跨越及人口密集区域采用独立双联双挂点悬垂串。

绝缘子和金具的机械强度需满足式（4.3.3-1）要求

$$KF < F_u \tag{4.3.3-1}$$

式中 K ——机械强度安全系数；

F ——设计荷载，kN；

F_u ——悬式绝缘子的机械破坏荷载或针式绝缘子、瓷横担绝缘子的受弯

破坏荷载或蝶式绝缘子、金具的破坏荷载，kN。

绝缘子及金具的机械强度安全系数见表 4.3.3-1。

表 4.3.3-1 绝缘子及金具的机械强度安全系数

类 型	安 全 系 数		
	运行工况	断线工况	断联工况
悬式绝缘子	2.7	1.8	1.5
复合绝缘子	3.0	1.8	1.5
金具	2.5	1.5	1.5

4.3.4 空气间隙

根据 GB 50545—2010《110kV～750kV 架空输电线路设计技术规范》的规定，线路带电部分与杆塔构件的间隙不小于表 4.3.4-1 所列的数值。

表 4.3.4-1 带电部分与杆塔构件的最小间隙

工作情况	最小空气间隙 (m)	相应风速 (m/s)
内过电压	0.25	15
外过电压	0.45	10
运行电压	0.10	27
带电检修	0.6	10

注 操作部位考虑人活动范围为 0.3～0.5m。

4.3.5 间隙圆图

（1）风偏角计算。计算直线塔悬垂串风偏角时，各种塔型均以下导线为基准高度，由此分别推算下、中、上导线高空风压系数。

根据调研结果，国家电网公司 35kV 线路绝缘子推广采用复合绝缘子，线路实际应用中，瓷绝缘子组串已较少使用，因此，本图集在计算悬垂绝缘子串风偏角时，采用复合绝缘子计算。

绝缘子串的风偏角按式（4.3.5-1）计算

$$\varphi = \arctan \left(\frac{P_1 / 2 + Pl_H}{G_1 / 2 + W_1 l_H + \alpha T} \right) = \arctan \left(\frac{P_1 / 2 + Pl_H}{G_1 / 2 + W_1 l_V} \right) \tag{4.3.5-1}$$

式中 φ ——悬垂绝缘子串风偏角, °;

P_1 ——悬垂绝缘子串风压, N;

G_1 ——悬垂绝缘子串重力, N;

P ——相应于工频电压、操作过电压及雷电过电压风速下的导线风荷载, N/m;

W_1 ——导线自重力, N/m;

l_H ——悬垂绝缘子串风偏角计算用杆塔水平档距, m;

l_V ——悬垂绝缘子串风偏角计算用杆塔垂直档距, m;

α ——塔位高差系数;

T ——相应于工频电压、操作过电压及雷电过电压气象条件下的导线张力, N。

悬垂绝缘子串风压按式 (4.3.5-2) 计算

$$P_1 = 9.81 A_1 \frac{v^2}{16} \quad (4.3.5-2)$$

式中 v ——设计采用的 10min 平均风速, m/s;

A_1 ——绝缘子串的受风面积, m^2 , 复合绝缘子受风面积每支取 $0.15m^2$, 金具零件受风面积每串取 $0.03m^2$ 。

(2) 串型设计。直线塔按照单联 I 型规划塔头, 同时满足工程应用中的两个独立单联作为 I 型串双联。参照国家电网公司通用设计 35kV 金具串组装型式, 考虑导线采用 OPPC 时会采用预绞式金具, 串长会较普通线夹稍长, 因此, 本图集按照串长取 1.0m。悬垂串金具组装示意图见图 4.3.5-1。

(3) 裕度选取: 对于水泥杆在外形布置时, 结构裕度对应于水泥杆构件外缘选取 100mm。

(4) 综合以上分析, 本图集绝缘子串长按 1.1m 进行间隙圆校验。直线杆间隙圆图模板见图 4.3.5-2。

4.3.6 带电作业

本标准化设计杆型严格按照 GB 50061—2010 相关条款要求进行带电检修建设设计, 同时符合 Q/GDW 1799.2—2013《国家电网公司电力安全工作规程 线路部分》中的相关规定, 满足带电检修作业的要求。

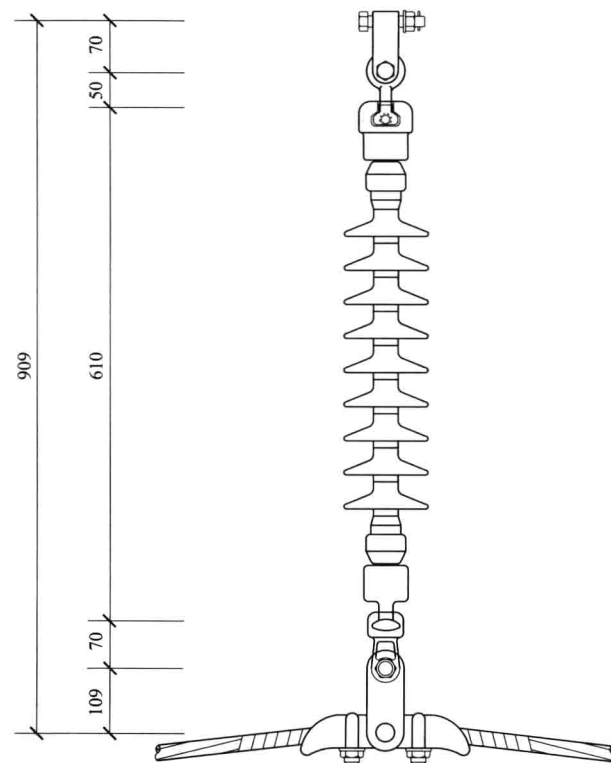


图 4.3.5-1 悬垂串金具组装示意图

4.3.7 防雷设计

根据 GB 50061—2010 相关要求规定, 35kV 架空电力线路进出线段 1~1.5km 宜架设地线, 杆塔上地线对边导线的保护角宜采用 $20^\circ \sim 30^\circ$ 。本标准化设计考虑了无地线的情况, 对于有地线的杆塔, 按单地线设计, 地线对导线的保护角不大于 28° , 满足规程规定要求。

设计单位选用本图集杆型时, 地线和导线间的距离应满足规程要求。

4.3.8 接地设计

根据 GB 50061—2010 相关要求规定, 有地线的杆型应接地。本标准化设计杆型的地线支架、导线横担与绝缘子固定部分之间, 具有可靠的电气连接, 并利用非预应力筋兼做接地引下线, 通过预留接地螺母与地线支架及接地装置可靠连接。

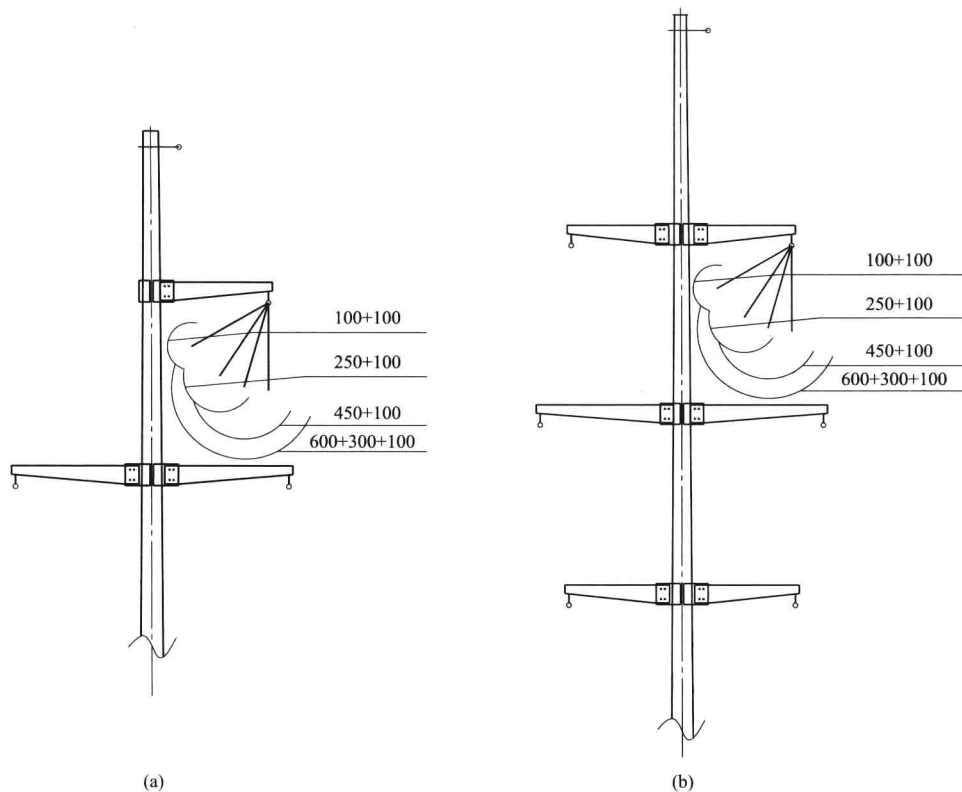


图 4.3.5-2 直线杆间隙圆图模板

(a) 单回路; (b) 双回路

4.4 杆头布置

本图集单杆采用上字形排列, 双回路采用鼓形排列, 以节约线路走廊。

结合 35kV 设计规范和城乡应用的特点, 本图集选取城区杆塔按带地线考虑, 非城区按带地线及不带地线考虑, 杆塔的线间距离满足式 (4.4-1) ~ 式 (4.4-3), 直线杆同时按间隙圆校验层高。

$$D \geq 0.4L_k + \frac{U}{110} + 0.65\sqrt{f} \quad (4.4-1)$$

$$D_x \geq \sqrt{D_p^2 + \left(\frac{4}{3}D_z\right)^2} \quad (4.4-2)$$

$$h \geq 0.75D \quad (4.4-3)$$

式中 D ——导线水平线间距离, m;

D_x ——导线三角排列的等效水平线间距离, m;

D_p ——导线间水平投影距离, m;

D_z ——导线间垂直投影距离, m;

L_k ——悬垂绝缘子串长度, m;

U ——线路电压, kV;

f ——导线最大弧垂, m;

h ——导线垂直排列的垂直线间距离, m。

地线与导线和相邻导线间的水平位移, 依据 GB 50061—2010 的相关规定选取: 10mm 冰区水平位移不小于 0.2m, 15mm 冰区水平位移不小于 0.35m。

城区内与 10kV 同杆架设的杆型, 10kV 呼称高按 10m 考虑, 保证 35kV 与 10kV 导线间的垂直距离大于 2m。

4.5 联杆金具

直线杆的导线挂线点分别按照单挂点和独立双挂点进行设计, 悬垂串联塔金具采用 UB 挂板, 其螺栓长轴垂直于线路方向设置。直线杆横担端部金具挂孔详图见图 4.5-1。

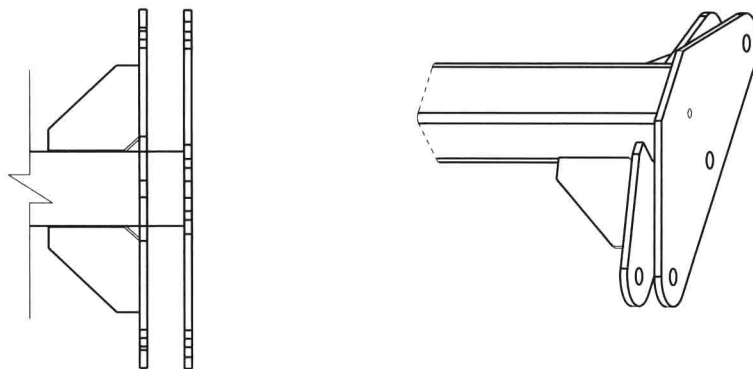


图 4.5-1 直线杆横担端部金具挂孔详图 (一)