



国家电网公司  
STATE GRID  
CORPORATION OF CHINA

# 国家电网公司输变电工程 通用设计

## 电气化铁路供电工程金具分册

国家电网公司 颁布



中国电力出版社  
CHINA ELECTRIC POWER PRESS



国家电网公司  
STATE GRID  
CORPORATION OF CHINA

(2015年版)

# 国家电网公司输变电工程通用设计

## 电气化铁路供电工程金具分册

国家电网公司 颁布

 中国电力出版社  
CHINA ELECTRIC POWER PRESS

(2015年5月)

内  
容  
提  
要

输变电工程通用设计是国家电网公司加快科学发展，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、规范建设管理、合理控制造价的重要手段。

本书为《国家电网公司输变电工程通用设计 电气化铁路供电工程金具分册（2015年版）》，共有3篇，分别为总论、金具串标准化设计、金具标准化设计。总论包括概述、设计说明、金具技术要求；金具串标准化设计包括使用说明，220（110）kV导线标准化金具串图，330kV导线标准化金具串图，110、220、330kV地线标准化金具串图；金具标准化设计包括金具种类与命名、金具标准图。

本书可供电力系统各设计单位，以及从事电力建设工程规划、管理、施工、设备制造、安装、生产运行等专业人员使用。

图书在版编目（CIP）数据

国家电网公司输变电工程通用设计：2015年版. 电气化铁路供电工程金具分册 / 国家电网公司颁布. —北京：中国电力出版社，2016. 5

ISBN 978-7-5123-8486-6

I. ①国… II. ①国… III. ①输电-电气工程-工程设计-规范-中国②输电线路金具-工程设计-规范-中国 IV. ①TM7-65②TM75-65

中国版本图书馆 CIP 数据核字（2015）第 255417 号

国家电网公司输变电工程通用设计 电气化铁路供电工程金具分册（2015年版）

中国电力出版社出版、发行

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

2016年5月第一版

880毫米×1230毫米 横16开本 11.75印张

北京丰源印刷厂印刷

2016年5月北京第一次印刷

403千字

各地新华书店经售

印数 0001-3000册

定价 150.00元

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

《国家电网公司输变电工程通用设计》编委会

主任 刘振亚

副主任 舒印彪 陈月明 杨庆 栾军 李汝革 潘晓军 王敏 刘广迎 韩君 刘泽洪

委员 喻新强 王益民 李文毅 张宁 伍莹 王宏志 张建功 王风雷 梁旭 葛兆军

孟庆强 张福轩 闫少俊 陈国平

《国家电网公司输变电工程通用设计 电气化铁路供电工程金具分册 (2015年版)》工作组

牵头单位 国家电网公司基建部

成员单位 国家电网公司发展策划部

国家电网公司安全监察质量部

国家电网公司运维检修部

中国电力科学研究院

国网北京经济技术研究院

## 《国家电网公司输变电工程通用设计 电气化铁路供电工程金具分册 (2015年版)》 编制人员

### 第一篇 总论

编写人员 丁广鑫 葛兆军 蔡敬东 李锡成 张 强 李 正 郭艳霞 程永锋 张 军 田 雷  
 朱宽军 丁士君 董玉明 熊维持 王宝东 孙运涛 冒新国 徐有岩 陈国华 史小龙  
 张静华 贺 江

### 第二、三篇 金具串及金具标准化设计

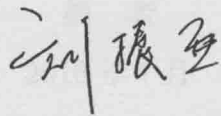
|      |                     |                     |
|------|---------------------|---------------------|
| 编制单位 | 中国电力科学研究院           | 成都电力金具总厂            |
|      | 中国能源建设集团南京线路器材有限公司  | 四平线路器材厂             |
|      | 湖州泰仑电力器材有限公司        | 江东金具设备有限公司          |
|      | 江苏天南电力器材有限公司        | 江苏捷凯电力器材有限公司        |
|      | 江苏双汇电力发展股份有限公司      | 湖南景明电力器材有限责任公司      |
| 编写人员 | 李 正 张 军 刘胜春 司徒钧 牛海军 | 李军辉 孙宝东 刘 臻 赵书卫 柳新枝 |
|      | 温中华 刘 灿 吴金泉 朱小亮 史小龙 | 丁晓亮 王银春             |
| 审核人员 | 程永锋 周 纬 吉 青 秦海波 赵宇田 | 贺 江 杨月明 孔德春 朱小强 徐有岩 |
|      | 张静华                 |                     |
| 校核人员 | 王景朝 朱宽军 刘之毅 高剑凌 余 东 | 刘 永 倪建民 李新春 田书鹏 朱 恺 |
|      | 沈啸峰                 |                     |

## 序

电网是关系国计民生的重要基础设施。实现党的十八大提出的“两个一百年”奋斗目标，电力需求将保持较快增长。国家电网公司认真贯彻党中央、国务院决策部署，加快建设坚强智能电网，为经济社会发展提供安全、高效、清洁、可持续的电力供应。

随着新能源技术、智能技术、信息技术、网络技术的创新突破，第三次工业革命正在孕育发展，坚强智能电网向全球广泛互联方向加快发展，全球能源互联网逐步形成。同时为加快解决能源发展所面临的资源紧张、环境污染、气候变化三大难题，必须走清洁发展道路，在能源开发上实施清洁替代，在能源消费上实施电能替代。电气化铁路改造和建设正是实施电能替代的一种重要体现形式，其供电工程是连接电力与铁路两个重要基础设施网络的关键部分，关系到电网和铁路网安全、质量和效益。大力推广电气化铁路供电工程通用设计、通用设备、通用造价和标准工艺，是以标准化提升电网发展质量的重要途径；是发挥规模效应，提高电网安全水平和经济效益的有效措施；是大力实施集成创新，促进资源节约型、环境友好型社会建设的具体行动。为此，国家电网公司组织有关研究机构、设计单位，在充分调研、精心比选、反复论证的基础上，历时12个月，编制完成了《国家电网公司输变电工程通用设计 电气化铁路供电工程金具分册（2015年版）》。

该书凝聚了我国电力系统广大专家学者和工程技术人员的心血和汗水，是国家电网公司推行标准化建设的又一重要成果。希望本书的出版和应用，能够提高我国电气化铁路供电工程建设水平，促进电网又好又快发展，为建设坚强智能电网、推动全球能源互联网构建、服务经济社会发展作出积极贡献。



2016年1月，北京

## 前 言

《国家电网公司输变电工程通用设计》是国家电网公司标准化建设成果有机组成部分，对统一建设标准、保证工程质量、提供设计效率具有重大意义。

2014年10月~2015年10月，采取由国家电网公司基建部组织，中国电力科学研究院具体实施，国网北京经济技术研究院以及相关设计单位参加的工作模式，编制完成了《国家电网公司输变电工程通用设计 电气化铁路供电工程金具分册（2015年版）》（简称《电气化铁路金具通用设计》）。涵盖了电气化铁路供电工程所涉及的连接金具、悬垂线夹、耐张线夹、接续金具、跳线金具以及间隔棒、防振锤等主要金具。

《电气化铁路金具通用设计》秉承“安全可靠，技术先进；标准统一，通用互换；环保节约，降低造价”的原则，统一了电气化铁路供电工程主要金具的结构参数、强度等级、类型以及金具命名方式，形成了统一的标准化金具。

《电气化铁路金具通用设计》共分为三篇，第一篇为总论，包括概述、设计说明、金具技术要求；第二篇为金具串标准化设计，包括使用说明，220（110）kV导线标准化金具串图，330kV导线标准化金具串图，110、220、330kV地线标准化金具串图；第三篇为金具标准化设计，包括金具种类与命名、金具标准图。

由于编者水平有限、时间较短，书中难免存有疏漏和不足之处，敬请各位读者批评指正。

编 者

2016年1月

# 目 录

序  
前言

## 第一篇 总 论

|               |   |                 |   |
|---------------|---|-----------------|---|
| 第1章 概述        | 1 | 3.1 一般要求        | 4 |
| 1.1 目的和意义     | 1 | 3.1.1 金具设计      | 4 |
| 1.2 总体原则      | 1 | 3.1.2 金具材质      | 4 |
| 1.3 主要内容      | 1 | 3.1.3 破坏载荷      | 4 |
| 第2章 设计说明      | 2 | 3.2 分类要求        | 4 |
| 2.1 规程规范      | 2 | 3.2.1 悬垂线夹      | 4 |
| 2.2 设计条件及串型规划 | 2 | 3.2.2 耐张线夹和接续金具 | 5 |
| 2.2.1 气象条件    | 2 | 3.2.3 均压环和屏蔽环   | 5 |
| 2.2.2 海拔      | 2 | 3.2.4 连接金具      | 7 |
| 2.2.3 导线和地线   | 2 | 3.2.5 间隔棒       | 8 |
| 2.2.4 导线串型规划  | 3 | 3.2.6 防振锤       | 8 |
| 第3章 金具技术要求    | 4 |                 |   |

## 第二篇 金具串标准化设计

|                      |    |                            |    |
|----------------------|----|----------------------------|----|
| 第4章 使用说明             | 9  | 4.1.3 地线串图纸编号              | 10 |
| 4.1 编号说明             | 9  | 4.2 金具串的选用方法               | 11 |
| 4.1.1 绝缘子悬垂串、耐张串图纸编号 | 9  | 第5章 220 (110) kV 导线标准化金具串图 | 11 |
| 4.1.2 跳线串图纸编号        | 10 | 5.1 导线悬垂串标准化图纸             | 11 |

|       |                          |     |
|-------|--------------------------|-----|
| 5.1.1 | 70kN 盘形悬式(复合)绝缘子 I 型悬垂串  | 11  |
| 5.1.2 | 120kN 盘形悬式(复合)绝缘子 I 型悬垂串 | 49  |
| 5.2   | 导线耐张串标准化图纸               | 87  |
| 5.3   | 导线跳线串标准化图纸               | 96  |
| 第 6 章 | 330kV 导线标准化金具串图          | 107 |
| 6.1   | 导线悬垂串标准化图纸               | 107 |
| 6.1.1 | 120kN 盘形悬式(复合)绝缘子 I 型悬垂串 | 107 |

|       |                          |     |
|-------|--------------------------|-----|
| 6.1.2 | 160kN 盘形悬式(复合)绝缘子 I 型悬垂串 | 118 |
| 6.2   | 导线耐张串标准化图纸               | 129 |
| 6.3   | 导线跳线串标准化图纸               | 134 |
| 第 7 章 | 110、220、330kV 地线标准化金具串图  | 137 |
| 7.1   | 110、220、330kV 地线悬垂串标准化图纸 | 137 |
| 7.2   | 110、220、330kV 地线耐张串标准化图纸 | 142 |

### 第三篇 金具标准化设计

|       |                               |     |
|-------|-------------------------------|-----|
| 第 8 章 | 金具种类与命名                       | 149 |
| 8.1   | 连接金具                          | 149 |
| 8.1.1 | 联塔类金具的命名与代号                   | 149 |
| 8.1.2 | 球头挂环、碗头挂板、U 型挂环和直角挂板等金具的命名与代号 | 149 |
| 8.1.3 | 调整板的命名方法                      | 150 |
| 8.1.4 | 联板的命名与代号                      | 150 |
| 8.2   | 悬垂线夹                          | 151 |
| 8.2.1 | 悬垂线夹的种类与代号                    | 151 |
| 8.2.2 | 提包式悬垂线夹的命名方法                  | 151 |
| 8.2.3 | 预绞式悬垂线夹的命名方法                  | 151 |
| 8.2.4 | 跳线悬垂线夹的命名方法                   | 151 |
| 8.3   | 耐张线夹与接续金具                     | 151 |
| 8.3.1 | 耐张线夹和接续金具的种类与代号               | 151 |
| 8.3.2 | 液压型耐张线夹的命名方法                  | 151 |
| 8.3.3 | 液压型接续管的命名方法                   | 151 |
| 8.3.4 | 接地端子的命名方法                     | 152 |
| 8.3.5 | 并沟线夹的命名方法                     | 152 |
| 8.4   | 防护金具                          | 152 |

|       |              |     |
|-------|--------------|-----|
| 8.4.1 | 防护金具的种类与代号   | 152 |
| 8.4.2 | 均压环、屏蔽环的命名方法 | 152 |
| 8.4.3 | 间隔棒的命名方法     | 152 |
| 8.4.4 | 防振锤的命名方法     | 152 |
| 8.4.5 | 重锤座的命名方法     | 153 |
| 8.4.6 | 重锤片的命名方法     | 153 |
| 8.4.7 | 护线条的命名方法     | 153 |
| 8.5   | 跳线金具         | 153 |
| 8.5.1 | 跳线金具的种类和代号   | 153 |
| 8.5.2 | 抱箍的命名方法      | 153 |
| 8.5.3 | 支撑线夹的命名方法    | 153 |
| 8.5.4 | 封端盖的命名方法     | 153 |
| 第 9 章 | 金具标准图        | 154 |
| 9.1   | 连接金具         | 154 |
| 9.1.1 | EB 挂板        | 154 |
| 9.1.2 | UB 挂板        | 154 |
| 9.1.3 | QP 型球头挂环     | 155 |
| 9.1.4 | QPJ 型球头挂环    | 155 |
| 9.1.5 | QS 型球头挂环     | 156 |

|        |                |     |        |                 |     |
|--------|----------------|-----|--------|-----------------|-----|
| 9.1.6  | QSJ 型球头挂环      | 156 | 9.3    | 耐张线夹和接续金具       | 169 |
| 9.1.7  | W 型碗头挂板        | 157 | 9.3.1  | 导线液压型耐张线夹       | 169 |
| 9.1.8  | WJ 型碗头挂板       | 157 | 9.3.2  | 地线液压型耐张线夹       | 169 |
| 9.1.9  | WS 型碗头挂板       | 158 | 9.3.3  | 液压型接续管          | 170 |
| 9.1.10 | WSJ 型碗头挂板      | 158 | 9.3.4  | 接地端子            | 170 |
| 9.1.11 | U 型挂环          | 159 | 9.3.5  | 并沟线夹            | 171 |
| 9.1.12 | YH 延长环         | 159 | 9.4    | 防护金具            | 171 |
| 9.1.13 | UBX 型挂板        | 160 | 9.4.1  | 均压环             | 171 |
| 9.1.14 | Z 型挂板          | 160 | 9.4.2  | 跑道型均压环          | 171 |
| 9.1.15 | ZBD 挂板         | 161 | 9.4.3  | 均压屏蔽环           | 171 |
| 9.1.16 | 单板平行挂板         | 161 | 9.4.4  | FJZ 型两分裂阻尼间隔棒   | 172 |
| 9.1.17 | 双板平行挂板         | 162 | 9.4.5  | FJG 型两分裂刚性间隔棒   | 172 |
| 9.1.18 | PS 挂板          | 162 | 9.4.6  | 对称型音叉式防振锤       | 172 |
| 9.1.19 | 牵引板            | 163 | 9.4.7  | 非对称型音叉式防振锤      | 173 |
| 9.1.20 | PT 调整板         | 163 | 9.4.8  | 预绞式线夹对称型音叉式防振锤  | 173 |
| 9.1.21 | DB 调整板         | 163 | 9.4.9  | 预绞式线夹非对称型音叉式防振锤 | 174 |
| 9.1.22 | 三角联板           | 164 | 9.4.10 | 对称型扭转式防振锤       | 174 |
| 9.1.23 | 方形联板           | 166 | 9.4.11 | 预绞式线夹对称型扭转式防振锤  | 174 |
| 9.2    | 悬垂线夹           | 166 | 9.4.12 | 重锤座             | 174 |
| 9.2.1  | 提包式悬垂线夹        | 166 | 9.4.13 | 重锤片             | 175 |
| 9.2.2  | 垂直双分裂导线提包式悬垂线夹 | 167 | 9.4.14 | 预绞丝护线条          | 175 |
| 9.2.3  | 预绞式悬垂线夹        | 167 | 9.5    | 跳线金具            | 175 |
| 9.2.4  | 双挂点预绞式悬垂线夹     | 167 | 9.5.1  | 抱箍              | 175 |
| 9.2.5  | 中心回转式悬垂线夹      | 168 | 9.5.2  | 支撑线夹            | 176 |
| 9.2.6  | 跳线悬垂线夹         | 168 | 9.5.3  | 封端盖             | 176 |

# 总 论

## 第 1 章 概 述

### 1.1 目的和意义

电气化铁路供电工程通用设计是国家电网公司标准化建设成果的重要组成部分。应用全寿命周期管理理念和方法,开展金具结构优化、材料优化和表面工艺优化等系列工作,广泛吸纳科研、试验、设计成果和运行经验,形成电气化铁路供电工程系列化、标准化通用金具。

(1) 通过金具结构优化、工艺优化、表面质量优化,降低金具电晕噪声,在满足国家标准的基础上,以更高的标准和要求挖掘降噪潜力。

(2) 通过规范金具串结构型式,统一标准,有利于提高设计效率。

(3) 通过规范金具的结构尺寸,减少不同厂家金具的差异,有利于设计、施工、运行和检修工作标准化。

(4) 通过合理优化、科学配置金具技术参数,提高金具通用性,减少备品备件数量,有利于物资储备仓库的建设,有利于提高企业经济效益和社会效益。

(5) 通过规范金具产品命名和技术条件,为国家电网公司集中规模招标采购奠定基础。

(6) 应用金具通用设计,可以减少生产厂商的低水平重复设计和研发。

### 1.2 总体原则

电气化铁路供电工程通用设计的总体原则是安全可靠、技术先进、节能环

保、通用互换、经济适用。

(1) 安全可靠。优化金具安全度配置,提高电气化铁路供电工程安全可靠度。

(2) 技术先进。优化金具结构型式,采用先进的生产工艺,提高性能指标。

(3) 节能环保。优化金具结构和材料,减少金具电晕损失,降低金具电晕噪声。

(4) 通用互换。综合考虑各地区的工程需要,实现不同厂家产品的通用互换。

(5) 经济适用。应用全寿命周期的理论和方法,综合考虑初期投资和长期运行成本,选用技术经济最优的组合。

### 1.3 主要内容

针对国家电网公司电气化铁路供电工程 110、220、330kV 输电线路中的常用导线,对悬垂串、耐张串、跳线串、间隔棒、防振锤及串内金具进行标准化设计研究,形成了一套标准化、系列化的通用设计。适用于常规线路的  $2 \times 240/30$ 、 $1 \times 300/40$ 、 $1 \times 400/35$ 、 $2 \times 300/40$ 、 $2 \times 400/35\text{mm}^2$  五种导线组合及截面为 100、120mm<sup>2</sup> 和 150mm<sup>2</sup> 铝包钢绞线三种地线。

## 第2章 设计说明

### 2.1 规程规范

金具通用设计遵循下列标准,依据工程实践经验和金具结构优化的研究成果,适当提高了均压环等金具的技术要求;金具产品的制造过程中,除符合下列标准,应同时满足本通用设计的要求。

- GB/T 699—1999 优质碳素结构钢
- GB/T 700—2006 碳素结构钢
- GB 713—2014 锅炉和压力容器用钢板
- GB/T 1173—2013 铸造铝合金
- GB/T 1179—2008 圆线同心绞架空导线
- GB/T 2314—2008 电力金具通用技术条件
- GB/T 2315—2008 电力金具 标称载荷系列及连接型式尺寸
- GB/T 2317.1—2008 电力金具试验方法 第1部分:机械试验
- GB/T 3190—2008 变形铝及铝合金化学成分
- GB/T 3191—2010 铝及铝合金挤压棒材
- GB/T 3880.2—2012 一般工业用铝及铝合金板、带材 第2部分:力学性能
- GB/T 4437.1—2000 铝及铝合金热挤压管 第1部分:无缝圆管
- GB/T 6892—2006 一般工业用铝及铝合金热挤压型材
- GB/T 8162—2008 结构用无缝钢管
- GB/T 9440—2010 可锻铸铁
- GB 50545—2010 110kV~750kV 架空输电线路设计规范
- DL/T 756—2009 悬垂线夹
- DL/T 757—2009 耐张线夹
- DL/T 758—2009 接续金具
- DL/T 759—2009 连接金具
- DL/T 760.3—2012 均压环、屏蔽环和均压屏蔽环
- DL/T 1098—2009 间隔棒技术条件和试验方法
- DL/T 1099—2009 防振锤技术条件和试验方法

- YB/T 124—1997 铝包钢绞线
- YB/T 4165—2007 防振锤用钢绞线
- YB/T 5004—2012 镀锌钢绞线

### 2.2 设计条件及串型规划

#### 2.2.1 气象条件

本通用设计适用于10mm及以下冰区,29m/s及以下风区,当覆冰较重、风速较大时应进行校核后使用。

#### 2.2.2 海拔

本通用设计适用于海拔3500m以下线路。

#### 2.2.3 导线和地线

本通用设计中导线技术参数依据GB/T 1179—2008的要求,适用于常规线路的 $2\times 240/30$ 、 $1\times 300/40$ 、 $1\times 400/35$ 、 $2\times 300/40$ 、 $2\times 400/35\text{mm}^2$ 五种导线组合。

地线技术参数依据GB/T 1179—2008、YB/T 124—1997和YB/T 5004—2012的要求,适用于 $100$ 、 $120\text{mm}^2$ 和 $150\text{mm}^2$ 铝包钢绞线三种截面地线。

适用导线、地线的主要参数见表2-1。

表2-1 导线、地线的主要参数

| 型 号           | 额定拉断力 (kN) | 直径 (mm) | 单重 (kg/km) |
|---------------|------------|---------|------------|
| JL/G1A-240/30 | 75.19      | 21.6    | 920.7      |
| JL/G1A-300/40 | 92.36      | 23.9    | 1131.0     |
| JL/G1A-400/35 | 103.67     | 26.8    | 1347.5     |
| JLB20-100     | 121.66     | 13.0    | 674.1      |
| JLB20-120     | 146.18     | 14.25   | 810.0      |
| JLB20-150     | 178.57     | 15.75   | 989.4      |
| JLB40-100     | 61.74      | 13.00   | 474.6      |
| JLB40-120     | 74.18      | 14.25   | 570.3      |
| JLB40-150     | 90.62      | 15.75   | 696.7      |

## 2.2.4 导线串型规划

根据前述导线型式和气象条件等,规划了220(110)、330kV绝缘子金具串型,每种串型可依据挂点型式、线夹型式等进行扩展。220(110)、330kV输电线路子导线分裂间距和绝缘子联间距对应关系见表2-2。

表 2-2 220(110)、330kV 输电线路子导线分裂间距与绝缘子联间距

| 序号 | 电压等级<br>(kV) | 导线型号            | 子导线分裂间距<br>(mm) | 绝缘子串间距<br>(mm) |
|----|--------------|-----------------|-----------------|----------------|
| 1  | 220(110)     | 2×JL/G1A-240/30 | 400             | 400            |
| 2  |              | 1×JL/G1A-300/40 | —               |                |
| 3  |              | 1×JL/G1A-400/35 | —               |                |
| 4  | 330          | 2×JL/G1A-300/40 | 400             | 400            |
| 5  |              | 2×JL/G1A-400/35 |                 |                |

(1) 220(110) kV 导线串型规划。导线悬垂串、导线耐张串、导线跳线串分别见表2-3~表2-5。

表 2-3 导线悬垂串

| 电压等级<br>(kV) | 导线型号            | 绝缘子串型 |    | 绝缘子机械破坏负荷<br>(kN) |      |
|--------------|-----------------|-------|----|-------------------|------|
|              |                 |       |    | 70                | 120  |
| 220(110)     | 2×JL/G1A-240/30 | 盘形悬式  | I型 | 单、双联              | 单、双联 |
|              | 1×JL/G1A-300/40 |       |    |                   |      |
|              | 1×JL/G1A-400/35 | 复合    | I型 | 单、双联              | 单、双联 |

表 2-4 导线耐张串

| 电压等级<br>(kV) | 导线型号            | 绝缘子串型 | 绝缘子机械破坏负荷<br>(kN) |     |     |
|--------------|-----------------|-------|-------------------|-----|-----|
|              |                 |       | 70                | 120 | 160 |
| 220(110)     | 1×JL/G1A-300/40 | 盘形悬式  | 双联                | —   | —   |
|              |                 | 复合    | —                 | 双联  | —   |
|              | 2×JL/G1A-240/30 | 盘形悬式  | —                 | 双联  | —   |
|              |                 | 复合    | —                 | —   | 双联  |

表 2-5 导线跳线串

| 电压等级<br>(kV) | 导线型号            | 绝缘子串型 | 绝缘子机械破坏负荷<br>(kN) |      |
|--------------|-----------------|-------|-------------------|------|
|              |                 |       | 70                | 120  |
| 220(110)     | 2×JL/G1A-240/30 | 盘形悬式  | 单、双联              | 单、双联 |
|              | 1×JL/G1A-300/40 |       | —                 | —    |
|              | 1×JL/G1A-400/35 | 复合    | —                 | 单、双联 |

(2) 330kV 导线串型规划。导线悬垂串、导线耐张串、导线跳线串分别见表2-6~表2-8。

表 2-6 导线悬垂串

| 电压等级<br>(kV) | 导线型号            | 绝缘子串型 |    | 绝缘子机械破坏负荷<br>(kN) |      |
|--------------|-----------------|-------|----|-------------------|------|
|              |                 |       |    | 120               | 160  |
| 330          | 2×JL/G1A-300/40 | 盘形悬式  | I型 | 单、双联              | 单、双联 |
|              | 2×JL/G1A-400/35 | 复合    | I型 | 单、双联              | 单、双联 |

表 2-7 导线耐张串

| 电压等级<br>(kV) | 导线型号            | 绝缘子串型 | 绝缘子机械破坏负荷<br>(kN) |     |     |
|--------------|-----------------|-------|-------------------|-----|-----|
|              |                 |       | 120               | 160 | 210 |
| 330          | 2×JL/G1A-300/40 | 盘形悬式  | 双联                | —   | —   |
|              |                 | 复合    | —                 | 双联  | 双联  |
|              | 2×JL/G1A-400/35 | 盘形悬式  | 双联                | —   | —   |
|              |                 | 复合    | —                 | —   | 双联  |

表 2-8 导线跳线串

| 电压等级<br>(kV) | 导线型号            | 绝缘子串型 | 绝缘子机械破坏负荷<br>(kN) |     |
|--------------|-----------------|-------|-------------------|-----|
|              |                 |       | 70                | 120 |
| 330          | 2×JL/G1A-300/40 | 盘形悬式  | 单联                | —   |
|              | 2×JL/G1A-400/35 | 复合    | —                 | 单联  |

(3) 110、220、330kV 地线串型规划。地线金具串型见表 2-9。

续表 2-9

表 2-9 地线金具串型

| 序号 | 电压等级<br>(kV) | 地线型号      | 悬垂串<br>(kN)    |             | 耐张串<br>(kN) |     |     |     |
|----|--------------|-----------|----------------|-------------|-------------|-----|-----|-----|
|    |              |           | 70             | 120         | 70          | 120 | 160 | 210 |
| 1  | 110          | JLB20-100 | 单联单线夹<br>双联双线夹 | 双联<br>双联双线夹 | 双联          | 单联  | —   | —   |
|    |              | JLB40-100 |                |             | 单联          | —   | —   | —   |

| 序号 | 电压等级<br>(kV) | 地线型号      | 悬垂串<br>(kN)    |             | 耐张串<br>(kN) |     |     |     |
|----|--------------|-----------|----------------|-------------|-------------|-----|-----|-----|
|    |              |           | 70             | 120         | 70          | 120 | 160 | 210 |
| 2  | 220          | JLB20-150 | 单联单线夹<br>双联双线夹 | 双联<br>双联双线夹 | —           | 双联  | —   | 单联  |
|    |              | JLB40-150 |                |             | 双联          | 单联  | —   | —   |
| 3  | 330          | JLB20-120 | 单联单线夹<br>双联双线夹 | 双联<br>双联双线夹 | 双联          | 双联  | 单联  | —   |
|    |              | JLB40-120 |                |             | 单联          | 单联  | —   | —   |

## 第 3 章 金具技术要求

### 3.1 一般要求

#### 3.1.1 金具设计

金具设计应考虑强度、耐冲击性能、耐用性、紧密性和转动灵活性，尽量减少载流金具的电能损失。通过对金具结构设计、材料、工艺等进行优化，避免或降低电晕、无线电干扰和可听噪声等，基本性能要求如下：

(1) 线路运行中，应避免损坏导线。

(2) 应能承受安装、维修和运行时产生的各种机械载荷，并能经受设计工作电流（包括短路电流）、运行温度以及周围环境条件等各种情况的考验。

(3) 装配式金具的各部件应能有效锁紧，在运行中不松脱。

(4) 带电检修相关金具，应考虑检修的安全性和操作的方便性。

(5) 与导线和地线表面直接接触的压接金具，其压缩面在安装前要保护好，防止污染。

(6) 应采用合适的材料及制造工艺防止产品脆变。

#### 3.1.2 金具材质

金具材料一般分为铁磁性材料（钢铁材料等）和非铁磁性材料（铝和铝合金材料等）。为了减少线路运行中产生的磁滞损耗和涡流损耗，与导线直接接触的金具应采用非铁磁性材料，其他金具可采用铁磁性材料。输电线路中与导线直接接触的金具有悬垂线夹、耐张线夹、接续管、引流线夹、间隔棒、跳线间隔棒、防振锤等。

应选择机械强度、耐磨性和耐腐蚀性好的常用材料，还应有利于采用先进生产工艺，有利于控制产品性能的分散性。

金具用铁磁性材料主要包括碳素结构钢、优质碳素结构钢、低合金高强度结构钢等。所有铁磁性材料采用热镀锌防腐。

金具用非铁磁性材料主要包括工业纯铝和铝合金、不锈钢、锌铝合金等。其中不锈钢防锈性能不低于 1Cr18Ni9（15Cr18Ni9）。

设计运行环境最低温度为-35℃及以下时，锻造类连接金具与紧固件材料采用 35CrMo 合金结构钢制造，并进行热处理。

金具部件使用的非金属材料应抗老化，能经受住运行温度且不影响其性能。这些材料在运行温度条件下具有足够的抗臭氧、抗紫外线辐射、抗空气污染能力，且不应引起与之接触的材料产生腐蚀。

#### 3.1.3 破坏载荷

金具的破坏载荷不应小于标称破坏载荷。

球头类金具和碗头类金具的破坏载荷不应小于其标称破坏载荷的 1.2 倍。

悬垂线夹的破坏载荷不应小于标称破坏载荷的 1.2 倍。

### 3.2 分类要求

#### 3.2.1 悬垂线夹

##### 3.2.1.1 结构型式

导线悬垂线夹采用提包式和预绞式两种型式。地线悬垂线夹采用中心回转

式和预绞式两种结构型式。

提包式悬垂线夹导线处包缠物为预绞丝护线条和铝包带两种型式。提包式悬垂线夹船体单侧的出口角为  $0^{\circ} \sim 25^{\circ}$ ；预绞式悬垂线夹的单侧出口角为  $0^{\circ} \sim 15^{\circ}$ 。

### 3.2.1.2 材料及工艺

悬垂线夹的本体和压板采用固态模锻工艺或铸造工艺，选用锻造铝合金悬垂线夹应符合 GB/T 3191—2010 和 GB/T 3190—2008 的规定，锻造后成品的硬度不低于 95HB。选用铸造铝合金悬垂线夹采用 ZL102 及以上高强铝合金，并符合 GB/T 1173—2013 的规定。导线悬垂线夹的 U 型挂板等附件采用抗拉强度不低于 375MPa 的钢材制造，并满足 GB/T 699—1999 的规定。

导线预绞式悬垂线夹的预绞丝采用铝合金丝，预绞丝尾端应进行倒圆角处理。金属护套和固定夹片为高强度铝合金，并满足 GB/T 3190—2008 的规定。

地线中心回转式悬垂线夹的本体和压板可选用可锻铸铁，并满足 GB/T 9440—2010 的规定。

### 3.2.2 耐张线夹和接续金具

#### 3.2.2.1 结构型式

导线耐张线夹和地线耐张线夹均采用液压型耐张线夹。

导线接续管采用液压式，钢芯采用搭接方式。地线接续管均采用液压型并采用对接方式。

#### 3.2.2.2 材料与工艺

导线耐张线夹和接续管的本体材料选用铝纯度不低于 99.5% 的热挤压成形铝管，其布氏硬度 HB 不应大于 25，超过 25 时必须进行退火处理；也可选用铝合金管，但不允许铸造。引流线夹本体选用铝纯度不低于 99.5% 的热挤压成形铝管，本体和引流管材料应满足 GB/T 4437.1—2000 的规定。

导线耐张线夹钢锚和接续管的钢管材料按 GB/T 699—1999 的规定，采用牌号为 10 的优质碳素结构钢，或按 GB/T 700—2006 的规定，采用牌号为 Q235A 的低碳结构钢，其含碳量不超过 0.15%，成品硬度 HB 不大于 137。

耐张线夹钢锚应采用整体锻造工艺加工，非加工表面钢印深度不大于 1mm，宽度不大于 3mm，不允许有裂纹、剥层及氧化皮存在。耐张线夹钢锚和接续管钢管中心同轴度公差小于 0.5mm，钢管出口端应去刺、倒圆角，采用热镀锌防腐，孔内镀锌后应回锌。

导线耐张线夹导流铝管本体、引流线夹和接续管铝管本体的表面粗糙度  $R_a$  值不大于 3.2。

压接后的导线和地线在线夹端部应不产生外层单线松股。

### 3.2.3 均压环和屏蔽环

#### 3.2.3.1 结构型式

均压环采用封闭的圆形环或跑道形结构型式，其结构示意图分别见图 3-1、图 3-2；支架与环体采用氩弧焊焊接，焊缝须打磨光滑。盘形悬式绝缘子和复合绝缘子悬垂串均压环示意图见图 3-3。耐张串采用两侧轮形的均压屏蔽环，其结构示意图见图 3-4。

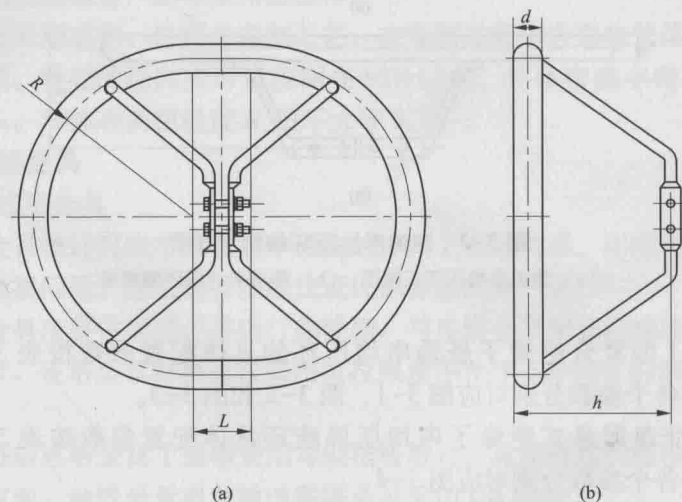


图 3-1 圆环形均压环结构示意图

(a) 圆环均压环正视图；(b) 圆环均压环侧视图

$R$ —均压环曲率半径； $d$ —均压环管体直径； $L$ —均压环直线段长度，  
双联绝缘子串  $L$  为联间距离； $h$ —均压环支腿高度；下同

均压环和屏蔽环与绝缘子串金具的连接应方便可靠。

#### 3.2.3.2 各种绝缘子串均压环屏蔽环的配置

悬垂串只安装均压环，不装屏蔽环。

单双联 I 型盘形悬式绝缘子悬垂串均压环的具体配置参数按表 3-1 执行，表 3-1 中的各个参数分别对应图 3-1、图 3-2 和图 3-3。

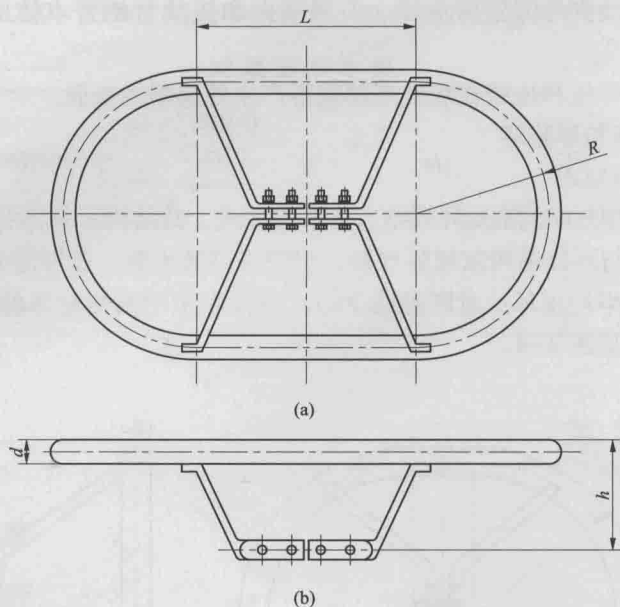


图 3-2 跑道形均压环结构示意图

(a) 跑道形均压环正视图; (b) 跑道形均压环侧视图

单双联 I 型复合绝缘子悬垂串均压环的具体配置参数按表 3-2 执行, 表 3-2 中的各个参数分别对应图 3-1、图 3-2 和图 3-3。

双联耐张盘形悬式绝缘子串均压屏蔽环具体配置参数按表 3-3 执行, 表 3-3 中的各个参数分别对应图 3-4。

表 3-1 单双联 I 型盘形悬式绝缘子悬垂串均压环配置参数

| 类型                 | 参数 | R (mm)  | d (mm) | H       | L (mm) |
|--------------------|----|---------|--------|---------|--------|
| 单联盘形悬式绝缘子悬垂串导线侧均压环 |    | 275~300 | 32~40  | 1~2 片之间 | 0~100  |
| 双联盘形悬式绝缘子悬垂串导线侧均压环 |    | 275~300 | 32~40  | 1~2 片之间 | 联间距    |

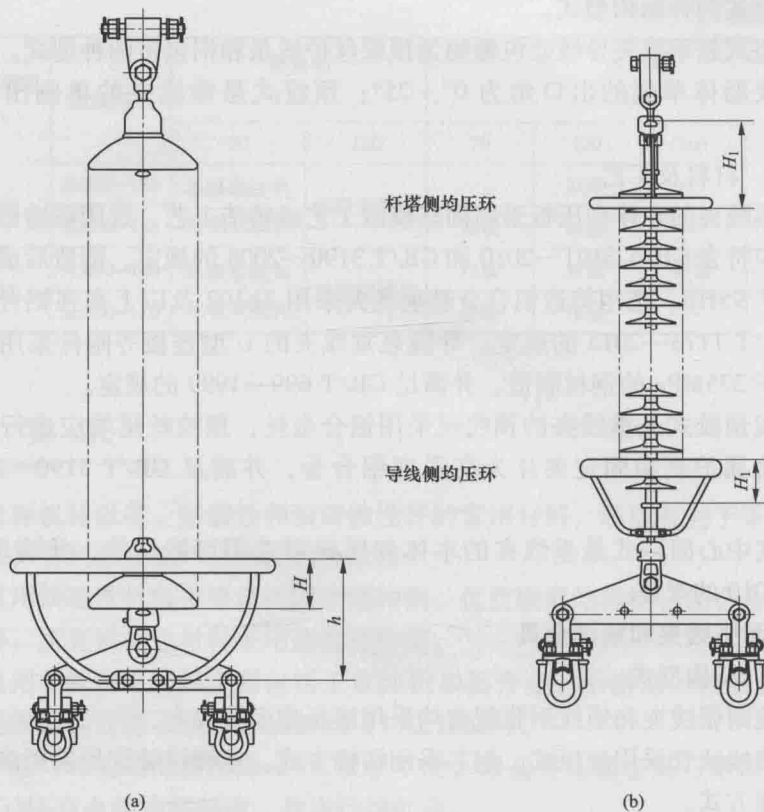


图 3-3 盘形悬式绝缘子和复合绝缘子悬垂串均压环示意图

(a) 盘形悬式绝缘子悬垂串; (b) 复合绝缘子悬垂串

$H_1$ —导线侧均压环、杆塔侧均压环与复合绝缘子端部金具上表面的距离; 下同

表 3-2 单双联 I 型复合绝缘子悬垂串均压环配置参数

| 类型      | 参数 | R (mm)  | d (mm) | $H_1$ (mm) | L (mm)     |
|---------|----|---------|--------|------------|------------|
| 导线侧大均压环 |    | 275~300 | 32~40  | 80~100     | 单联串为 0     |
|         |    |         |        |            | 双联串为绝缘子联间距 |
| 杆塔侧中均压环 |    | 125~175 | 25~35  | 20~40      | —          |

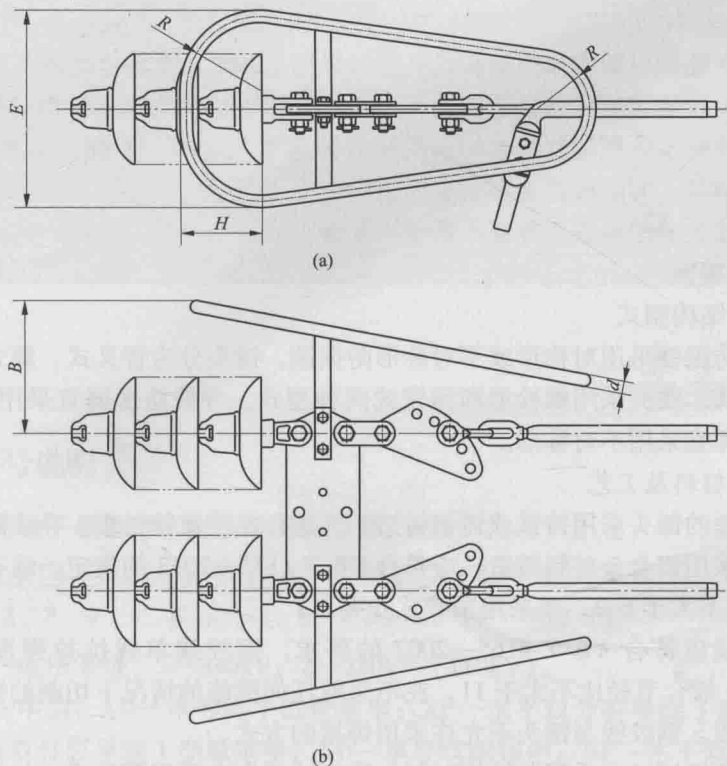


图 3-4 耐张串均压屏蔽环结构示意图

(a) 正视图; (b) 侧视图

$H$ —均压环环体与高压端第一片悬式绝缘子的相对位置; 下同  
 $E$ —均压屏蔽环最大宽度;  $B$ —均压屏蔽环到绝缘子中心距离; 下同

表 3-3 双联耐张盘形悬式绝缘子串均压屏蔽环配置参数

| 双联盘形悬式绝缘子耐张串 | $d$<br>(mm) | $H$    | $R$<br>(mm) | $B$<br>(mm) | $E$<br>(mm) |
|--------------|-------------|--------|-------------|-------------|-------------|
| 均压屏蔽环        | 32~40       | 1~2 片间 | 150~190     | 150~360     | 500~650     |

330kV 电气化铁路供电工程悬垂串均压环和耐张串均压屏蔽环的管径  $d$  的取值与海拔有关, 其余参数不随海拔变化而变化, 取值按表 3-4 执行。

表 3-4 不同海拔条件下的管径值

| 海拔高度<br>(m)    | $\leq 1500$ | 1500~3500 | 3500~5000 |
|----------------|-------------|-----------|-----------|
| 管径 $d$<br>(mm) | 32          | 40        | 46        |

### 3.2.3.3 材料与工艺

均压环和屏蔽环应采用工业挤压管弯制, 环体及部件的材料, 符合 DL/T 760.3—2012 的规定, 均压环和屏蔽环的支架与环体采用氩弧焊连接。

铝管采用挤压管, 铝棒采用挤压棒。

环体应采用成熟、快捷的弯制工艺, 在弯制过程中应避免管体开裂、严重变形等缺陷。管径的径向变形量控制在  $\pm 3\%$  以内, 环体弯曲半径公差为环体半径的  $\pm 1\%$ 。环体表面粗糙度  $R_a$  值不大于 3.2。

### 3.2.4 连接金具

#### 3.2.4.1 连塔金具

连塔金具设计时应考虑在两个正交的方向上灵活转动, 还应考虑上部与塔连接处的磨损问题, 连塔端强度应比设计标称强度高一级。

连塔金具应整体锻造, 并进行热处理。与连塔金具配套的螺栓强度等级至少为 6.8 级。连塔金具材料通常采用抗拉强度不小于 500MPa 的钢材锻造, 如 35 钢等。

直线塔的连塔金具 I 型串采用耳轴挂板型式, 其连塔端的螺栓安装方向为垂直线路方向。地线悬垂串和跳线联塔金具采用 UB 挂板。

耐张塔的连塔金具采用 U 型挂环。

#### 3.2.4.2 联板

标称破坏载荷为 160kN 以下的联板类金具采用抗拉强度不小于 375MPa 的钢材机加工而成, 如 Q235 钢; 标称破坏载荷在 160kN 及以上的联板类金具采用抗拉强度不小于 500MPa 的钢材机加工而成, 如 Q345R、35 钢等。

悬垂联板采用整体联板, 如 L 型或 LF 型; 耐张联板采用整体联板。

悬垂联板和耐张联板的设计应保证满足以下条件:

- (1) 强度等级与绝缘子的强度匹配。
- (2) 分裂导线的电气间隙不得改变。
- (3) 载荷通过联板均匀一致地分配到每联绝缘子。