

架空送电线路 铁塔组立工程手册

广西送变电建设公司 组编
李庆林 主编



中国电力出版社
www.cepp.com.cn

架空送电线路 铁塔组立工程手册

广西送变电建设公司 组编
李庆林 主编



中国电力出版社
www.cepp.com.cn

内 容 提 要

本手册共 18 章, 包括地面组装、倒落式人字抱杆整体立塔、座腿式人字抱杆整体立塔、内悬浮内拉线抱杆分解组塔、内悬浮外拉线抱杆分解组塔、外拉线抱杆分解组塔、内悬浮带摇臂抱杆分解组塔、座地式摇臂抱杆分解组塔、流动式起重机组立铁塔、小抱杆分解组塔、倒装分解组塔、拉线铁塔的分解组立、跨越高塔组立方法介绍、内悬浮外拉线抱杆分解组立 1000kV 线路铁塔施工方案、金属抱杆的设计与试验、铁塔组立的质量要求和检查评级、铁塔组立的安全措施和环境保护等内容。

本手册具有很强的实用性、多样性和可操作性, 是理论与实践相结合的成果。本手册适用于从事送电线路建设的施工、监理及维护单位的工程技术人员和工人在工作中参考, 对从事本专业的设计人员和大专院校师生也有较高的参考价值。

图书在版编目 (CIP) 数据

架空送电线路铁塔组立工程手册/李庆林主编; 广西送变电建设公司组编. —北京: 中国电力出版社, 2007

ISBN 978-7-5083-5235-0

I. 架... II. ①李... ②广... III. 架空线路: 输电线路 输电铁塔—工程施工—技术手册 IV. TM726.3-62 TM754-62

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2007) 第 025663 号

中国电力出版社出版、发行

(北京三里河路 6 号 100044 <http://www.cepp.com.cn>)

北京丰源印刷厂印刷

各地新华书店经售

*

2007 年 6 月第一版 2007 年 6 月北京第一次印刷

787 毫米×1092 毫米 16 开本 21.5 印张 524 千字

印数 0001—3000 册 定价 40.00 元

敬告读者

本书封面贴有防伪标签, 加热后中心图案消失

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

《架空送电线路铁塔组立工程手册》

编写委员会

主 编 李庆林

参 编 周 强 凌一朋 郭学闻

审稿委员会

主 审 郑怀清

审 委 王 中 吴汉镕 杨逸耘

曹长华 吴九龄 马 勇

前言

建国 50 多年来,我国线路建设者们在高压架空送电线路铁塔组立施工方面积累了较丰富的经验,形成了具有中国特点(即多样性、简易性、经济性、环保性)的组塔施工工艺。

为了适应超高压和特高压电网建设的需要,我们各种对组塔施工工艺进行了系统整理和总结,对铁塔组立施工设计进行了研究和探讨。经过多年的努力和积累,从实际应用出发,编写了本手册。

本手册具有很强的实用性,多样性和可操作性,是理论与实践相结合的成果。

本手册共分 18 章,其中有 13 章介绍了各种铁塔组立方法的现场布置、操作要点、施工计算及工器具配置等。另外 5 章分别介绍了铁塔一般知识、地面组装、抱杆设计与试验、质量要求及安全措施。其中,金属抱杆的设计与试验一章除了系统地论述了抱杆设计的计算方法外,还介绍了广西送变电建设公司十多年来对铝合金抱杆进行多次试验研究的创新成果,为设计和应用铝合金抱杆提供了科学依据。

本手册适用于从事送电线路建设的施工、监理及维护单位的工程技术人员和工人在工作中参考,对从事本专业的设计人员和大专院校师生也有较好的参考价值。

本手册在编写过程中,始终得到了广西送变电建设公司的领导、有关工程技术人员和工人的积极支持和热情帮助,曾得到同行专家官其斌和张伯衡、覃纹等同志的指导,还得到了国内送变电行业的许多朋友的帮助。本手册初稿在 2006 年完成后,承蒙送变电同行郑怀清等 7 名专家(名单另附)进行审评,并提出了许多宝贵意见,经修改后使手册更趋完善。对上述所有给予帮助的同志表示诚挚的谢意。

由于我们水平有限,缺点和不足在所难免,请读者提出批评指正意见。

编者

2007. 1. 15

目 录

前言

第一章 概述	1
第一节 铁塔的分类	1
第二节 铁塔型号及型式	2
第三节 铁塔结构及制图基本要求	10
第四节 铁塔制造的技术要求	16
第五节 铁塔组立方法综述	21
第二章 地面组装	24
第一节 准备工作	24
第二节 整体立塔的地面组装	26
第三节 分解组塔的地面组装	29
第四节 拉线压接管的液压施工	30
第三章 倒落式人字抱杆整体立塔	34
第一节 现场布置	34
第二节 整体立塔过程的操作要点	35
第三节 整体立塔方法的几项改进措施	37
第四节 整体立塔的施工计算	39
第五节 整立 110~220kV 拉线铁塔的典型方案	50
第六节 整立 500kV 线路拉线塔的典型方案	56
第七节 整立自立式铁塔典型布置方案	69
第四章 座腿式人字抱杆整体立塔	75
第一节 塔腿补强及组立抱杆	75
第二节 现场布置	78
第三节 主要索具的受力计算	79
第四节 主要工器具的配置	81
第五章 内悬浮内拉线抱杆分解组塔	83
第一节 施工工艺流程及现场布置	83
第二节 塔腿组立	86
第三节 竖立抱杆	88
第四节 提升抱杆	89
第五节 构件的绑扎	90

第六节	构件的吊装	92
第七节	拆除抱杆	95
第八节	主要索具的受力计算	95
第九节	主要工器具的配置	105
第六章	内悬浮外拉线抱杆分解组塔	108
第一节	现场布置	108
第二节	塔腿组立	109
第三节	吊装塔身	110
第四节	抱杆的提升和拆除	110
第五节	吊装横担及地线支架	111
第六节	施工计算	114
第七章	外拉线抱杆分解组塔	123
第一节	现场布置	123
第二节	提升抱杆和构件吊装	124
第三节	主要索具的施工计算	126
第四节	主要工器具的配置	128
第五节	外拉线通天抱杆分解组塔	129
第八章	内悬浮带摇臂抱杆分解组塔	132
第一节	现场布置	132
第二节	构件吊装	133
第三节	提升抱杆	135
第九章	座地式摇臂抱杆分解组塔	136
第一节	施工工艺流程及现场布置	136
第二节	抱杆组立和塔片吊装	138
第三节	抱杆的强度验算	140
第四节	主要工器具的配置	148
第十章	流动式起重机组立铁塔	150
第一节	起重机的基本参数	150
第二节	起重机组塔的基本条件	156
第三节	起重机组塔的方案选择	156
第四节	汽车起重机整体组立 220kV 拉线门型塔	158
第五节	起重机组塔的操作要点	162
第十一章	小抱杆分解组塔	164

第一节	无拉线小抱杆分解组塔	164
第二节	短钢抱杆分解组塔	171
第十二章	倒装分解组塔	173
第一节	施工工艺流程	173
第二节	半倒装组塔	174
第三节	全倒装组塔	178
第四节	倒装组塔的液压提升	181
第五节	倒装组塔的施工计算	182
第六节	半倒装组塔的工具配置	185
第十三章	拉线铁塔的分解组立	187
第一节	内悬浮抱杆组立拉猫塔	187
第二节	外抱杆分解组立拉线门型塔	192
第十四章	跨越高塔组立方法介绍	198
第一节	高塔组立方法概述	198
第二节	高塔塔型简介	199
第三节	流动式起重机分解组塔及构件绑扎	204
第四节	塔式起重机分解组塔	207
第五节	座地摇臂抱杆分解组塔	212
第六节	内悬浮摇臂抱杆分解组塔	215
第七节	内悬浮内拉线抱杆分解组塔	218
第十五章	内悬浮外拉线抱杆分解组立 1000kV 线路铁塔施工方案	222
第一节	塔型及组塔工艺流程	222
第二节	抱杆的组立、提升与拆除	224
第三节	塔腿的组立	226
第四节	塔身及曲臂的组立	228
第五节	横担的吊装	229
第六节	施工计算	231
第七节	主要工具的配置	236
第十六章	金属抱杆的设计与试验	238
第一节	金属抱杆的类型	238
第二节	抱杆的受力特点及长细比选择	239
第三节	中心受压抱杆的设计计算	243
第四节	偏心压力和兼有横向弯矩抱杆的设计计算	254
第五节	格构型抱杆选材的验算	255

第六节	应正确计算抱杆的容许中心压力	257
第七节	风荷载对格构型抱杆强度的影响	262
第八节	格构型与圆管型金属抱杆的力学性能比较	268
第九节	铝合金抱杆的试验与分析	275
第十节	格构型铝合金抱杆法兰接头的试验及回归分析	281
第十一节	铝钢组合式抱杆中心压力试验及分析	288
第十二节	铝合金抱杆试验方法的分析	296
第十三节	金属抱杆的制造和使用	301
第十七章	铁塔组立的质量要求和检查评级	304
第一节	地面组装的质量要求	304
第二节	杆塔组立的质量要求	306
第三节	铁塔组立质量的检查方法	307
第四节	铁塔组立的质量评级	309
第十八章	铁塔组立的安全措施和环境保护	312
第一节	一般规定	312
第二节	整立杆塔的岗位责任制	313
第三节	地面组装安全措施	316
第四节	预防倒杆塔的安全措施	317
第五节	内悬浮内（外）拉线抱杆分解组塔安全措施	319
第六节	座地式摇臂抱杆分解组塔安全措施	319
第七节	倒装组塔安全措施	320
第八节	外拉线抱杆分解组塔安全措施	320
第九节	汽车起重机组塔的安全措施	321
第十节	拆换塔材的安全措施	322
第十一节	高塔分解组立的安全措施	322
第十二节	铁塔组立的环境保护	323
附录 A	热轧等边角钢的技术参数（摘自 GB 9787—1988）	324
附录 B	热轧普通槽钢的技术参数（GB 707—1988）	327
附录 C	等边角铝型材（XC111）规格及理论质量	328
附录 D	工业铝合金型材的机械性能（GB/T 6892—2000）	329
附录 E	四方形断面铝合金（LY12CZ）抱杆单根容许轴向压力（kN）	330
附录 F	四方形断面 16Mn 钢抱杆单根容许轴向压力（kN）	331
附录 G	圆木抱杆当两端绞支（ $\mu=1$ ）时的容许轴向压力（kN）	332
附录 H	主要引用技术标准	333
主要参考文献	334	

概 述

■ 第一节 铁塔的分类

架空送电线路的铁塔一般根据其用途、导线回路数、结构型式等进行分类。

一、按用途分类

1. 直线型铁塔（含悬垂转角塔）

位于线路的直线地段或小转角处，主要承受导线及地线的垂直荷重和水平风压荷重。

2. 耐张型铁塔

位于线路的直线、转角及进变电站终端等处，它包括下述三种铁塔：

(1) 直线耐张型铁塔。它的作用是将线路的直线部分分段以控制事故范围。在事故情况下，承受断线拉力而不致扩展到相邻的耐张段。

(2) 转角型铁塔。位于线路的转角地点，具有耐张铁塔相同的作用和特点。在正常情况下，承受导线及地线向内角的合力。根据转角大小的不同，转角铁塔一般分为 J1、J2、J3（J1 为转角 30° ，J2 为转角 60° ，J3 为转角 90° ）等三个型号。

(3) 终端型铁塔。位于线路的起止点，它同时允许线路转角。在正常情况下，它承受线路侧与构架侧的架空线不平衡张力；在事故情况下，它承受架空线的断线张力。

3. 特殊型铁塔

包括用于跨越、换位、分支等特殊要求的铁塔。

(1) 跨越铁塔。当线路跨越河流、铁路、公路或其他电力线等障碍物时，常常需要较高的直线塔或耐张塔，一般以直线塔较多。跨越塔分为普通跨越塔和大跨越塔，后者是指跨越档档距超过 1000m 且高度在 100m 以上的铁塔。

(2) 换位铁塔。主要起导线换位作用。有直线换位塔和耐张换位塔两种。

(3) 分支铁塔。用于线路分支处。有直线分支和耐张分支两种。

二、按导线回路数分类

(1) 单回路铁塔。导线仅有一回三相、地线为无或为一根或为两根的铁塔。

(2) 双回路铁塔。导线为两条（即双回）线路共六相、地线为一根或两根的铁塔。

(3) 多回路铁塔。导线为三回及以上线路共用的铁塔。

三、按结构型式分类

(1) 拉线型铁塔。铁塔的拉线一般用高强度钢绞线做成，能承受很大的拉力，因而使拉线型铁塔能充分利用材料的强度特性而减少钢材耗用量。它占地面积较大。

(2) 自立式铁塔。指不带拉线的铁塔，因其塔身较宽大，刚性好，也称刚性铁塔。该塔有宽基和窄基两种：宽基塔的底宽与塔高的比值，承力型为 $1/4 \sim 1/5$ ，直线型为 $1/6 \sim 1/8$ ；窄基塔的宽高比约为 $1/12 \sim 1/13$ 。

(3) 钢管杆。是近年来城市电网应用较多的一种塔型，断面有多种型式，主要有圆型和多棱型两种。

第二节 铁塔型号及型式

国内铁塔型号以名称代号表达。其组成方式应符合 GB 2695—1981《输电线路铁塔型号编制规则》的要求。

一、表示铁塔用途分类的代号

铁塔种类（即用途）代号见表 1-1。

表 1-1 铁塔种类（用途）代号

序 号	种 类	代 号	序 号	种 类	代 号
1	直线塔	Z	6	换位塔	H
2	耐张塔	N	7	分支塔	F
3	转角塔	J	8	直线转角塔	ZJ
4	终端塔	D	9	拉线塔	L
5	跨越塔	K			

二、表示铁塔外形或导地线布置形式的代号

铁塔外形或导地线布置形式代号见表 1-2。

表 1-2 铁塔外形或导地线布置形式代号

序 号	种 类	代 号	序 号	种 类	代 号
1	上字型	S	8	V 字型	V
2	三角型	J	9	干字型	G
3	叉骨型	C	10	鼓 型	G ₀
4	猫头型	M	11	伞 型	S _n
5	桥 型	Q	12	羊字型	Y
6	酒杯型	B	13	倒伞型	S _D
7	门 型	M _e	14	王字型	W

三、拉线型铁塔简介

拉线型铁塔按电压等级分为 110、220、500kV 及 750kV。

拉线型铁塔按其外形分为单柱式、门型、V 型及猫头型。其中 110kV 单柱式及门型拉线塔，因其自重较轻，习惯上称它为轻型钢杆。

(1) 110kV 线路单柱及门型拉线塔（即轻型钢杆）示意见图 1-1。

(2) 220kV 线路门型拉线塔见第三章图 3-17。

(3) 330kV 线路拉 V 型塔示意见图 1-2（当呼称高为 22、25、28m 时，质量分别为 4391、4704、4925kg）。

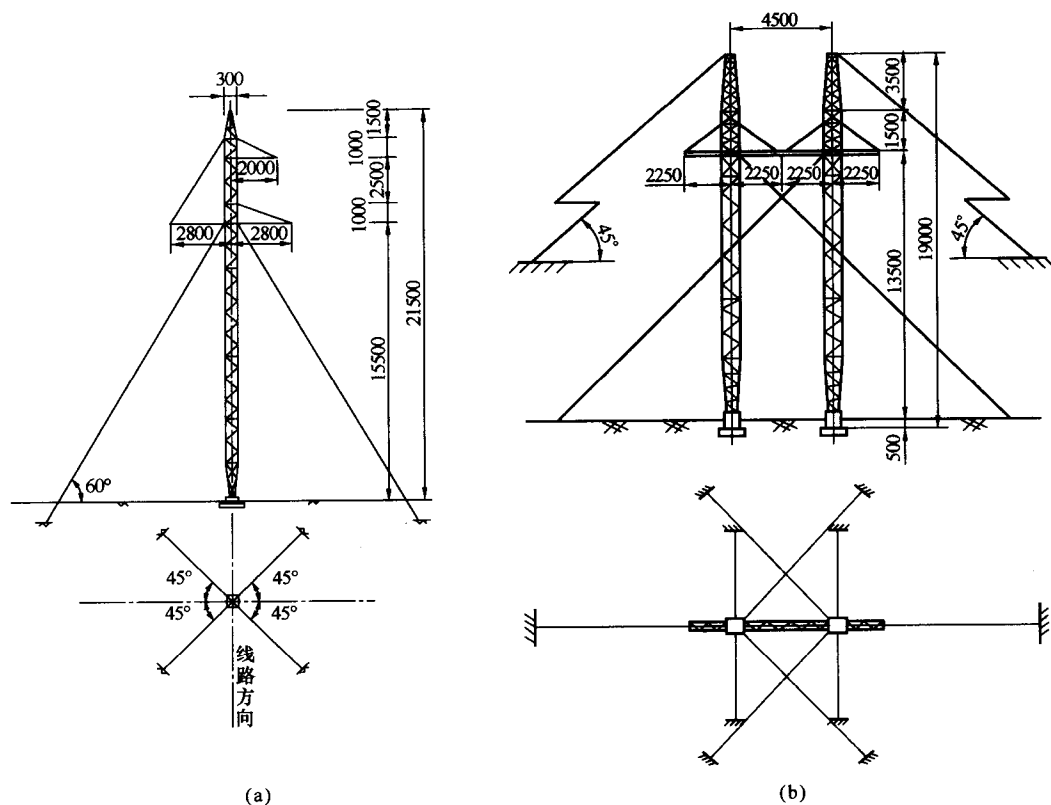


图 1-1 110kV 线路单柱及门型拉线塔（即轻型钢杆）示意^❶

(a) Z 型杆；(b) J (0~10°) 耐张杆

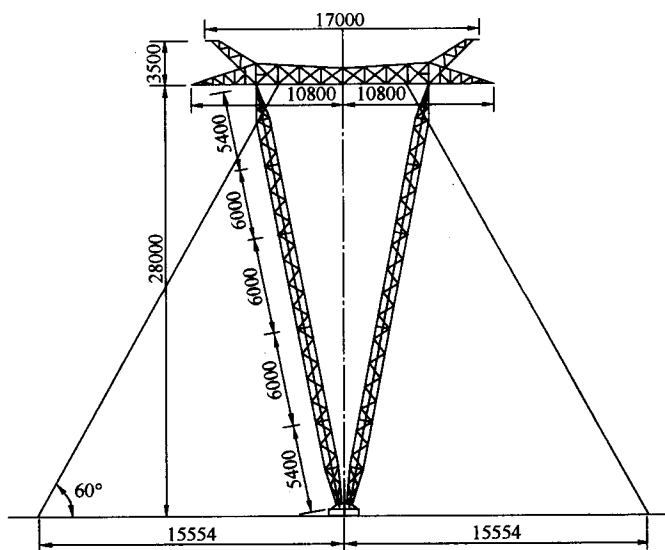


图 1-2 330kV 线路拉 V 型塔示意

❶ 本书中正文和图表中，未加单位的数据，单位均为 mm。

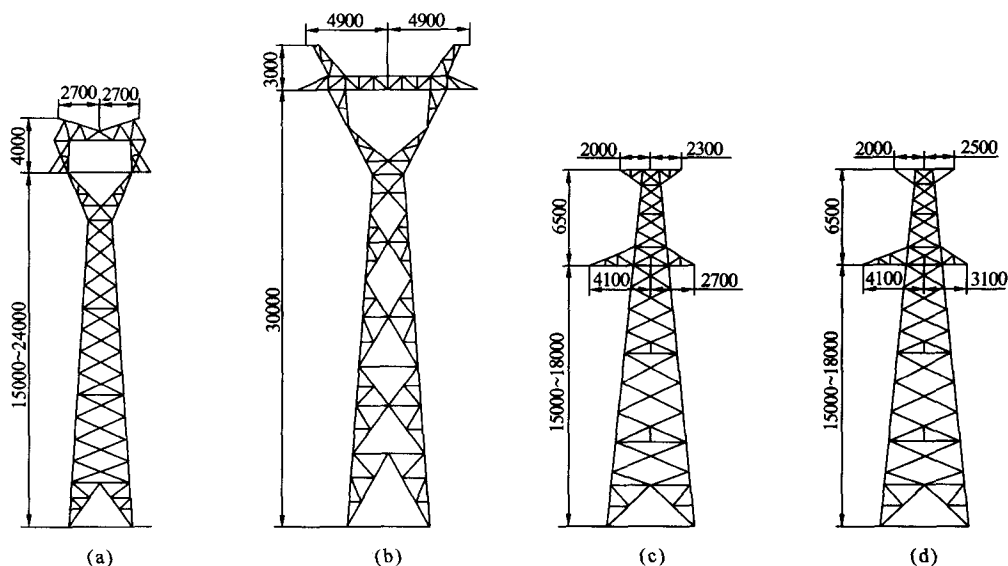


图 1-6 110kV 线路自立式铁塔塔型

(a) 猫头直线塔; (b) 酒杯型直线塔; (c) GJ2 转角塔; (d) GJ3 转角塔

四、自立式铁塔

由于电压等级、回路数的不同，铁塔有多种型式。110kV 线路自立式铁塔塔型见图 1-6。220kV 线路自立式铁塔塔型见图 1-7。

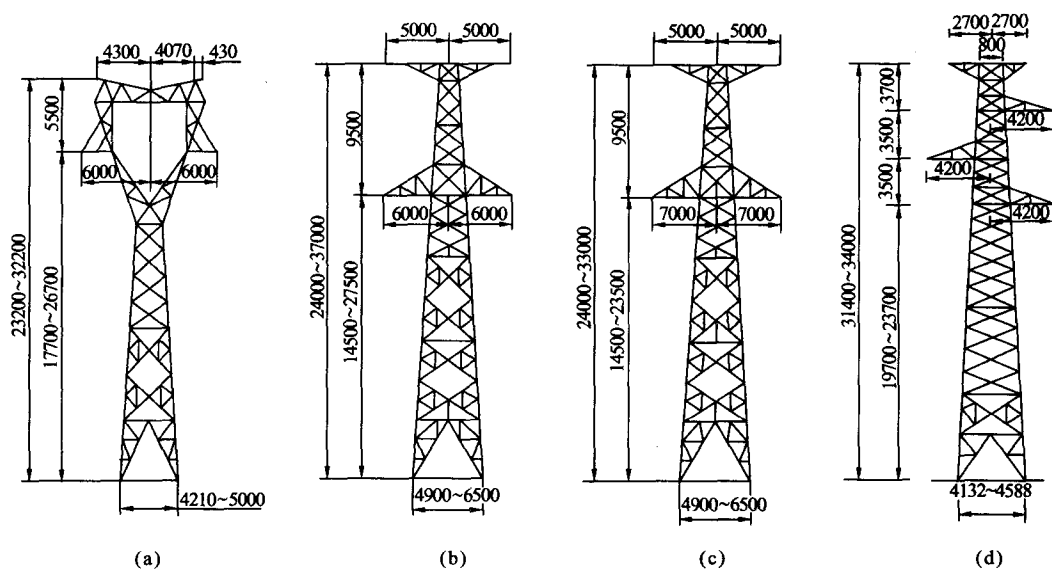


图 1-7 220kV 线路自立式铁塔塔型

(a) ZM3 直线塔; (b) GJ1 转角塔; (c) GJ2 转角塔; (d) H 换位塔

500kV 线路单回路自立式铁塔塔型见图 1-8。

500kV 线路双回路自立式铁塔塔型见图 1-9 (摘自阳淮线)。

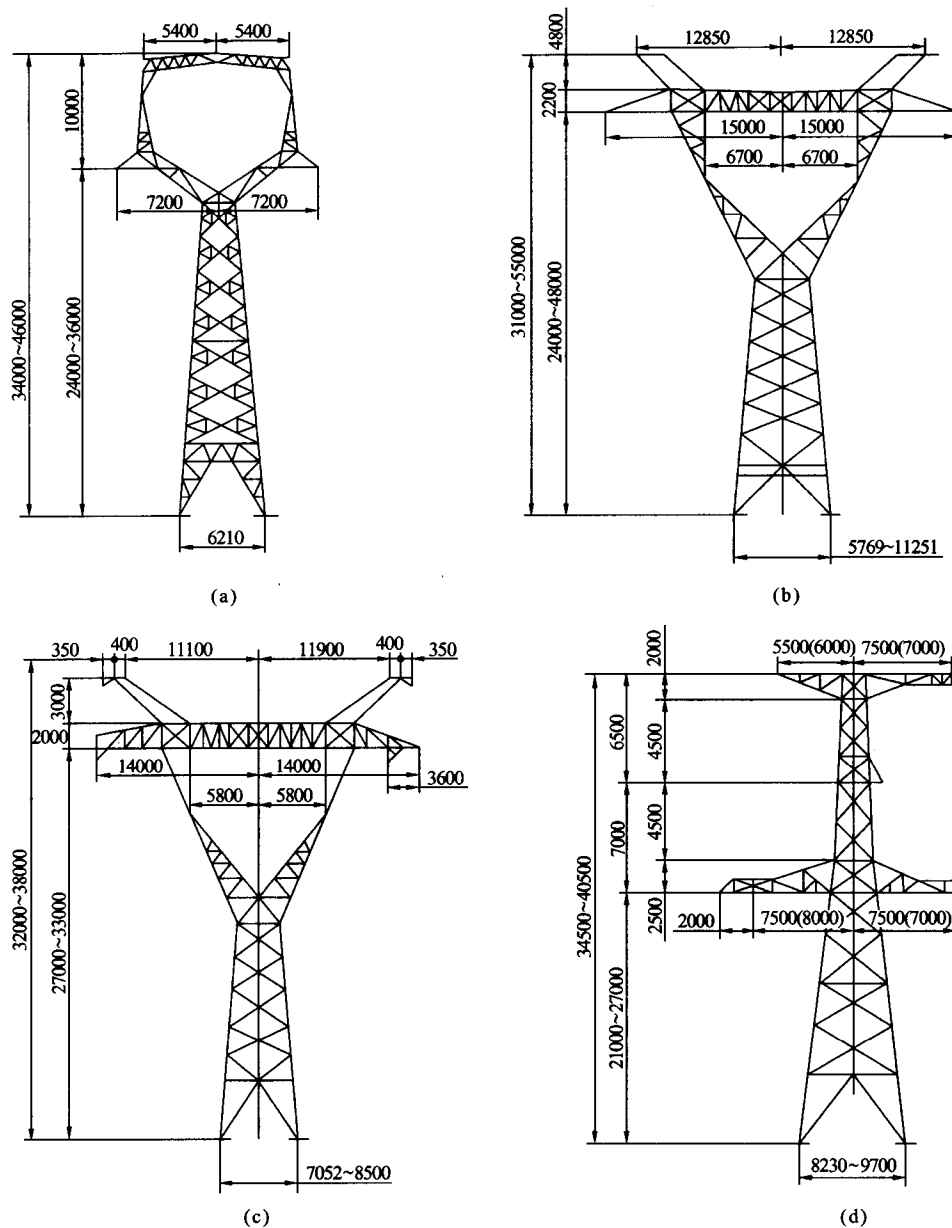
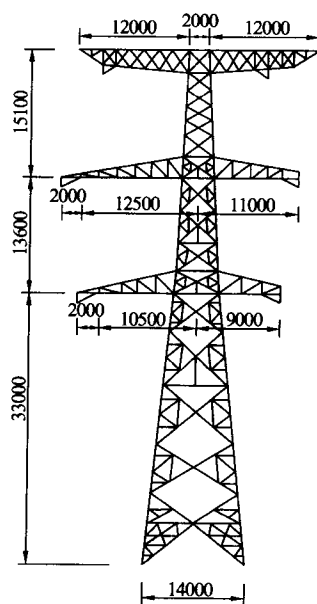
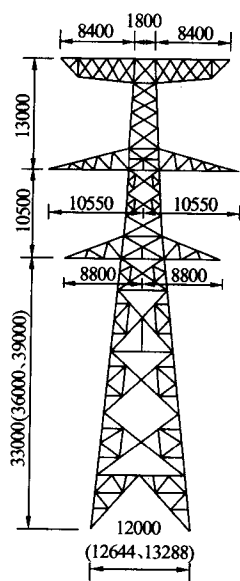


图 1-8 500kV 线路单回路自立式铁塔塔型

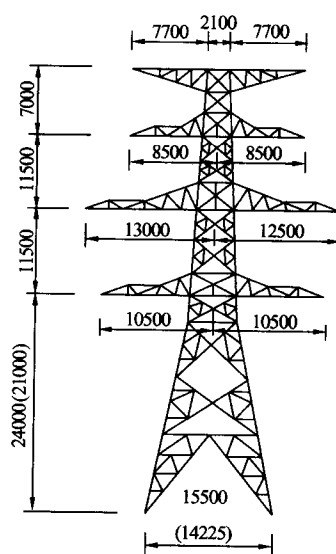
(a) 猫头直线塔；(b) 酒杯直线塔；(c) 悬垂转角塔；(d) 转角耐张塔



(a)



(b)



(c)

图 1-9 500kV 线路双回路自立式铁塔塔型

(a) SZJ1 直线转角塔; (b) SZT1 双回路直线塔; (c) SJT1 双回路转角塔

500kV 紧凑型线路自立式铁塔塔型见图 1-10 (摘自天广四回线)。

±500kV 直流线路自立式铁塔塔型见图 1-11 (摘自贵广线)。

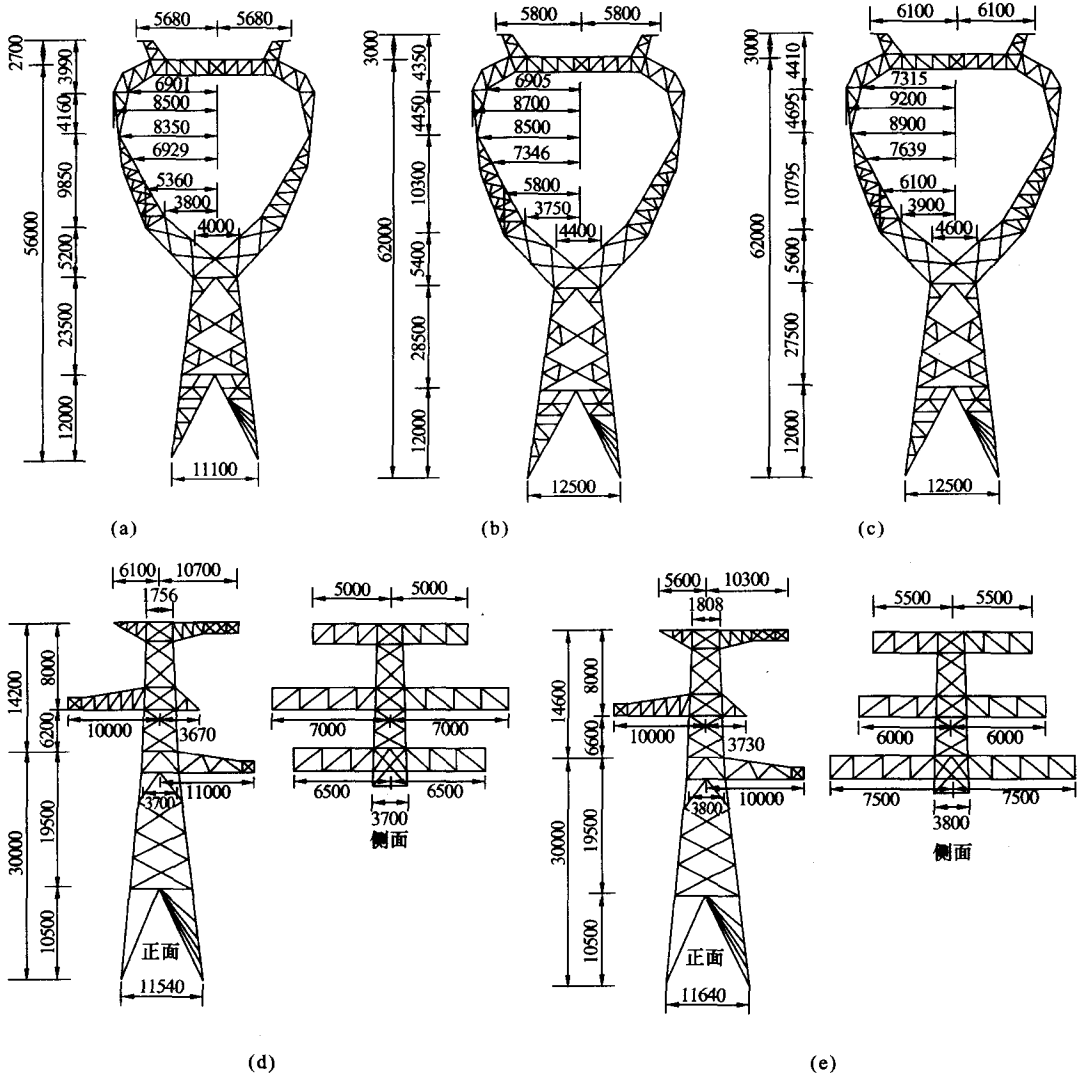


图 1-10 500kV 紧凑型线路自立式铁塔塔型

(a) CZ2 型塔; (b) CZ4 型塔; (c) CZ8 型塔; (d) CJ2 型塔; (e) CJ3 型塔