

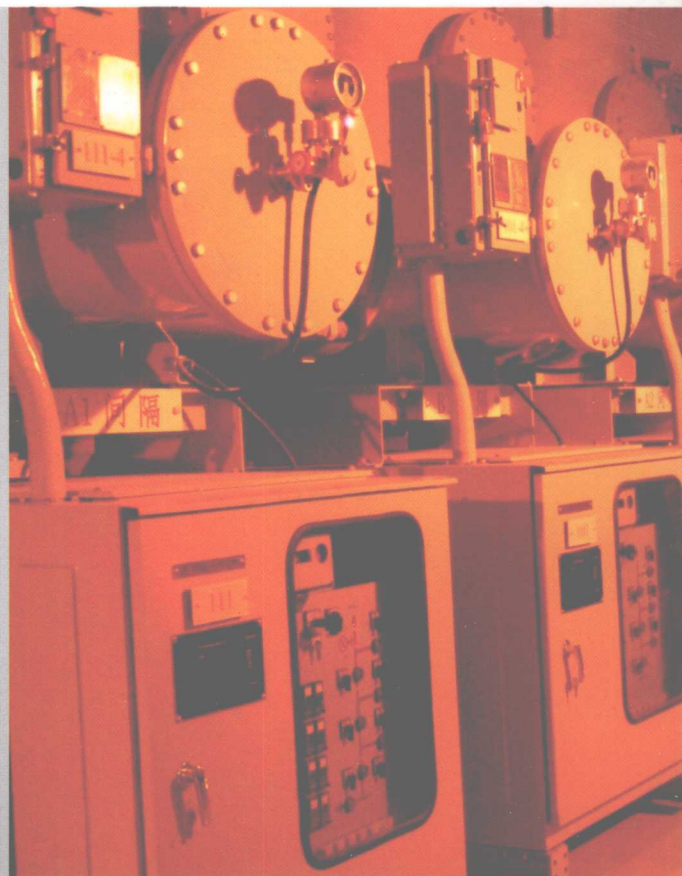


国家电网
STATE GRID

北京电力公司
BEIJING ELECTRIC POWER CORPORATION

电力建设工程 施工工艺手册 电气安装分册

北京电力公司 编



中国电力出版社
www.cepp.com.cn



62



电力建设工程 施工工艺手册 电气安装分册

北京电力公司 编



中国电力出版社
www.cepp.com.cn

大哲案囿心中日燕賦 登村四週
與張青弟隔江文士舞 願向情前是明香賦斗本

内 容 提 要

为加强质量管理,提高电力基建工程整体施工工艺水平,北京电力公司特组织一线工作的专家及技术人员,编写了《电力基建工程施工工艺手册》。全书共分为3册,分别为《电气安装分册》、《土建·电缆沟道分册》和《土建·房屋建筑分册》。对每一施工作业,均从适用范围、工艺流程、具体施工工艺、质量标准等方面予以介绍。在内容的编写上,注重现场的实用性,详细地描述了各工艺的具体操作方法和注意事项,图文并茂,易于操作。

本书为《电力基建工程施工工艺手册 电气安装分册》,分3篇,分别是输电、电缆和变电。输电篇主要包括线路测量、土石方工程、基础浇筑、杆塔组立、架线、接地等施工工艺;电缆篇包括电缆及附件的运输与保管、电缆敷设、电缆附件安装、附属设施安装、电缆线路分布式光纤测温系统的安装、试验等施工工艺;变电篇包括变压器安装、SF₆封闭式组合电器安装、断路器安装、高压隔离开关安装、互感器及消弧线圈安装、避雷器安装、电抗器安装、电容器安装、母线装置安装、接地装置安装、架构组立、控制电缆敷设及接线、盘、柜安装等施工工艺。

本书适用于从事电力基建工程建设、施工、安装、验收、监理等的工人、技术人员和管理人员使用,也可供相关技术人员阅读。

图书在版编目(CIP)数据

电力基建工程施工工艺手册. 电气安装分册/北京电力公司编. —北京:中国电力出版社,2007

ISBN 978-7-5083-5080-6

I. 电... II. 北... III. ①电力工程-工程施工-技术手册 ②电气设备-设备安装-技术手册 IV. TM7-62 ②
TM05-62

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2007)第 000823 号

责任编辑:电力编辑二室 010-63416429

张涛 聂庆

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)

二鑫印务有限公司印刷

各地新华书店经售

*

2007年1月第一版 2007年7月北京第三次印刷

889毫米×1194毫米 16开本 14.75印张 398千字

印数2501—4500册 定价90.00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

《电力基建工程施工工艺手册》

编 委 会

主 任：时家林 郭要斌

副主任：单业才（常务） 石 路 王凤雷 郭 炬 李国华

委 员：田 璐 王常平 乔王海 杨 超 何家健 贺建平

于 萍 李 滨 谢志国 李景中 干银辉 陶延黎

阎 涛 陶晋生 牛 磊 陈 平 刘维刚 张兴义

邱建军

《电力基建工程施工工艺手册》

工 作 组

组 长：李景中

副组长：张兴义 邱建军

组 员：李 臻 程晓春 刘玉珍 王力量 罗 列 范桂欣

张一凡 张志良 赵 俭 于文洁 陈 强 黄 磊

郭艳凤 李学明

《电力基建工程施工工艺手册》

编写组

输电专业组

组长：王力量

组员：袁利红 朴天高 杨宝杰 肖群安 张晓君 周云浩

王保志 吴昊亭 张朝新 王海超 张佳丽

电缆专业组

组长：范桂欣

成员：李华春 张文新 周作春 欧阳晓梅 杨志福 宋伟

刘立焱 高国中 张澜涛 张磊 李学文 刘呈印

变电专业组

组长：罗列

组员：黄玉恒 郭鹏武 姚翔 孙建波 龙子华 张国强

庞海龙 李辉 张锦 胡进辉 马卫华 边洋

杨晓森

建筑专业组

组长：张一凡

成员：杨良生 郭涛 刘智勇 谷志强 蔡雪峰 余家兴

宋福来 陈志强 王长寿

序

“十一五”时期，是首都实现“新北京、新奥运”战略构想，加快构建“和谐社会首善之区”的关键时期。随着首都经济社会的高速发展和 2008 年奥运会的一天天临近，北京电网正迎来一个前所未有的历史发展机遇期。值此电力强网“0811”工程全面实施之际，《电力基建工程施工工艺手册》（以下简称《手册》）应运而生。

严格的工艺标准和精湛的施工技术，是工程质量的根本保证。《手册》在《国家电网公司输变电工程施工工艺示范手册》的基础上，结合了北京电力公司的建设特点和标准，从施工准备控制、施工过程控制和施工验收控制三个方面，对基建工程施工工艺进行了全面规范和梳理。它既是施工人员必备的基础工具，也是建设单位应严格遵循的工作标准。它表明首都电网的发展正在一步步向“外延”和“内涵”、速度和效率并重的方式转变，预示着北京电力公司正在向着“精细化管理”的要求稳步迈进。

感谢《手册》编写人员几个月来所付出的艰辛努力。希望首都电网的建设者勇敢地承担历史负于我们的重任，将《手册》作为衡量施工质量的一把标尺，以责任和实力打造“精品工程”，全面提速北京电网建设，为首都经济社会发展和 2008 年奥运会的成功举办提供可靠的能源支撑，为首都和谐社会首善之区建设注入源源动力！

北京电力公司总经理

时家林

2006 年 12 月

前 言

作为全国政治、文化中心，北京电网的安全和稳定比之其他省网，具有更加重要的意义。面对电网建设工程质量要求的不断提高，特别是面对施工队伍的多样化，北京电力公司为着力打造坚强的电网，组织编制了《电力基建工程施工工艺手册》（以下简称《手册》）。为方便使用，《手册》分为《电气安装分册》、《土建·房屋建筑分册》和《土建·电缆沟道分册》三册，《电气安装分册》包括输电工程、电缆工程和变电工程的内容。施工工艺手册针对北京电网建设的特点，在总结多年来电网建设经验的基础上，对建筑工程、市政工程和电气安装工程的常用施工方法、主要工艺过程及相关要求做出了规定。

《手册》是《国家电网公司输变电工程施工工艺示范手册》在北京电网建设工程中的拓展和延伸。在北京电网建设工程中推行施工工艺手册，有助于统一北京电力公司对承包方的要求，有利于规范承包单位的施工行为，对于提高北京电网建设的整体水平，具有十分重大的现实意义。《手册》适用于北京地区 220kV 及以下输变电基建工程，也可作为同电压等级改建、扩建工程的参考；《手册》是基建工程施工现场的必备文件，其相关要求是工程技术交底的指南。

《手册》的编制，得到了北京电力工程公司、北京吉北供用电工程建设监理公司、北京市城建集团有限责任公司、北京易成市政工程有限责任公司和高碑店市建筑企业集团第三公司的大力支持。

《电力基建工程施工工艺手册》工作组

2006 年 12 月

目 录

序

前言

第一篇 输 电

1 线路测量施工工艺	1
1.1 适用范围	1
1.2 施工工艺流程	1
1.3 主要施工工艺质量控制要点	1
1.4 引用标准	8
2 土石方工程施工工艺	8
2.1 适用范围	8
2.2 施工工艺流程	9
2.3 主要施工工艺质量控制要点	9
2.4 引用标准	13
3 基础浇筑工程施工工艺	14
3.1 适用范围	14
3.2 施工工艺流程	14
3.3 施工准备	14
3.4 模板安装	16
3.5 钢筋制作及安装	17
3.6 地脚螺栓、插入角钢就位	19
3.7 混凝土浇筑	21
3.8 基础养护	25
3.9 模板拆除	25
3.10 质量检验	26
3.11 引用标准	27
4 杆塔组立工程施工工艺	27
4.1 适用范围	27
4.2 施工准备	27
4.3 倒落式抱杆整体组立杆塔施工工艺	28
4.4 吊车组塔施工工艺	29
4.5 铁抱杆分解组立铁塔施工工艺	31
4.6 内悬浮抱杆分解组塔施工工艺	33
4.7 落地摇臂抱杆分解组塔施工工艺	38
4.8 塔式起重机分解组塔施工工艺	41
4.9 质量检验	43

4.10 引用标准	44
5 架线工程施工工艺	45
5.1 适用范围	45
5.2 施工工艺流程	45
5.3 主要施工工艺质量控制要点	45
5.4 牵张场布置	47
5.5 滑车悬挂	49
5.6 跨越设施搭设与拆除	53
5.7 导引绳展放	55
5.8 张力放线	57
5.9 紧线	61
5.10 普通导地线连接	66
5.11 耐热导线连接	72
5.12 附件安装	76
5.13 光缆施工	82
5.14 引用标准	86
6 接地工程施工工艺	87
6.1 适用范围	87
6.2 施工工艺流程	87
6.3 主要施工工艺质量控制要点	87
6.4 引用标准	90
7 环境保护	90
7.1 适用范围	90
7.2 线路复测	90
7.3 基础工程	90
7.4 杆塔工程	91
7.5 架线工程	91
7.6 引用标准	91

第二篇 电 缆

8 总则	92
8.1 适用范围	92
8.2 术语定义	92
8.3 电缆工程施工总流程图	92
9 电缆及附件的运输与保管	93
9.1 适用范围	93
9.2 电缆及附件的运输	93
9.3 电缆及附件的保管	94
9.4 引用标准	94
10 电缆敷设	95

10.1	适用范围	95
10.2	110~220kV 隧道、夹层电缆敷设	95
10.3	110~220kV 竖井电缆敷设	99
10.4	10kV 电缆敷设	103
10.5	110~220kV 充油电缆敷设时的特殊要求	106
10.6	大截面电缆敷设时的特殊要求	107
10.7	冬季电缆敷设时的特殊要求	107
10.8	引用标准	108
11	电缆附件安装	108
11.1	适用范围	108
11.2	110~220kV 空气终端安装	108
11.3	110~220kV GIS、变压器终端安装	115
11.4	绝缘、直通、过渡中间接头安装	122
11.5	塞止接头安装	131
11.6	10kV 电缆终端	135
11.7	10kV 电缆中间接头	139
11.8	充油电缆接头和终端安装时的特殊要求	142
11.9	交叉互联箱、接地箱安装	143
11.10	交叉互联系统正确性检查	145
11.11	充油电缆油路附件安装	146
11.12	引用标准	147
12	附属设施安装	147
12.1	适用范围	147
12.2	防火槽安装	147
12.3	其他防火阻燃设施安装	148
12.4	引用标准	149
13	电缆线路分布式光纤测温系统的安装	149
13.1	适用范围	149
13.2	外置式测温光缆的敷设	150
13.3	测温光缆接头制作	150
13.4	测温光缆终端制作	151
13.5	测温主机安装与调试	151
13.6	系统调试	151
13.7	注意事项	151
14	试验	151
14.1	概述	151
14.2	护层保护器及交叉互联箱试验	152
14.3	电缆外护套试验	152
14.4	电缆线路竣工耐压试验	153
14.3	引用标准	156

第三篇 变 电

15 变压器安装工艺	157
15.1 油浸变压器安装	157
15.2 气体变压器安装	166
15.3 引用标准	172
16 SF₆ 封闭式组合电器安装工艺	172
16.1 适用范围	172
16.2 施工流程	172
16.3 主要施工工艺质量控制要求	172
16.4 引用标准	177
17 断路器安装施工工艺	177
17.1 适用范围	177
17.2 施工工艺流程	177
17.3 落地罐式断路器主要施工工艺质量控制要求	177
17.4 柱式断路器安装	180
17.5 断路器调整、试验	181
17.6 质量检验	182
17.7 引用标准	182
18 高压隔离开关安装	182
18.1 适用范围	182
18.2 施工工艺流程	182
18.3 主要施工工艺质量控制要求	182
18.4 V 形隔离开关安装要求	185
18.5 垂直型隔离开关安装要求	185
18.6 水平形隔离开关安装要求	186
18.7 引用标准	186
19 互感器、消弧线圈安装工艺	186
19.1 适用范围	186
19.2 施工工艺流程	186
19.3 主要施工工艺质量控制要求	186
19.4 引用标准	189
20 避雷器安装工艺手册	189
20.1 适用范围	189
20.2 施工工艺流程	189
20.3 主要施工工艺质量控制要求	189
20.4 质量检验	190
20.5 引用标准	191
21 电抗器安装工艺手册	191
21.1 适用范围	191

21.2	施工工艺流程	191
21.3	主要施工工艺质量控制要求	191
21.4	质量检验	192
21.5	引用标准	193
22	电容器安装	193
22.1	适用范围	193
22.2	施工工艺流程	193
22.3	主要施工工艺质量控制要求	193
22.4	引用标准	195
23	母线装置安装工艺	195
23.1	矩型母线制作与安装	195
23.2	管型母线制作与安装	199
23.3	软母线及设备引线的配制与安装	203
23.4	穿墙套管安装	206
23.5	质量检验	207
23.6	引用标准	207
24	接地装置安装	207
24.1	适用范围	207
24.2	施工工艺流程	207
24.3	主要施工工艺质量控制要求	207
24.4	引用标准	210
25	架构组立	210
25.1	适用范围	210
25.2	施工工艺流程	210
25.3	主要施工工艺质量控制要求	210
25.4	引用标准	213
26	控制电缆敷设及接线	213
26.1	适用范围	213
26.2	施工工艺流程	213
26.3	主要施工工艺质量控制要求	213
26.4	质量检验	218
27	盘、柜安装	219
27.1	适应范围	219
27.2	施工工艺流程	219
27.3	主要施工工艺质量控制要求	219
27.4	质量检验	224
27.5	引用标准	224

输 电

1 线路测量施工工艺

1.1 适用范围

适用于架空输电线路工程的测量。

1.2 施工工艺流程

线路测量施工工艺流程见图 1-1。

1.3 主要施工工艺质量控制要点

1.3.1 施工准备

1.3.1.1 技术准备

施工前，熟悉设计文件和图纸，进行详细的现场调查，了解地形与地上物，制定测量方案，准备复测的记录表格。

1.3.1.2 施工人员准备

施工前，对参与测量工作的人员进行培训和交底，测工必须持证上岗，主要人员配置见表 1-1。

表 1-1 主要人员配置表

序 号	作 业 岗 位	人 数	备 注
1	测 工	2	持证上岗
2	普 工	5	

1.3.1.3 施工机具准备

(1) 对仪器、量具的基本要求。测量所使用的仪器、仪表、量具必须完好无损并在校检有效期内，同时应满足下列要求：

1) 经纬仪：最小角度读数不应大于 2"。

2) GPS：可采用 1+1 或 1+2 配置，RTK 测量精度：10mm+1ppm（平面），20mm+1ppm（高程）。全站仪实物图如图 1-2 所示，GPS 实物图如图 1-3 所示。

3) 全站仪：最小角度读数不应大于 2"，测量精度：2mm+2ppm，最小读数为 1mm。

4) 塔尺：最小刻度不应大于 10mm，偏差不应大于 1‰。

5) 钢尺：最小刻度 1mm，偏差不应大于 1‰。

6) 花杆：端尖居中无磨损，间隔标识鲜明、无弯曲。

(2) 主要施工机具的配置见表 1-2。

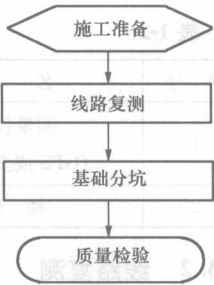


图 1-1 线路测量施工工艺流程图

第一篇 输电

第一册



图 1-2 全站仪实物图



图 1-3 GPS 实物图

表 1-2

主要施工机具配置表

序 号	名 称	备 注	序 号	名 称	备 注
1	测量仪器 (GPS 或全站仪)		3	花 杆	GPS 不需要此项
			4	辅助工具	根据现场情况而定
2	棱 镜	GPS 不需要此项	5	桩	

1.3.2 线路复测

1.3.2.1 复测的内容

- (1) 线路路径复测的主要项目包括档距、转角、相对高程、重要跨越等。
- (2) 复测时应重点核对上述数据的偏差是否在允许范围之内，如超差应立即向设计人员报告，并由设计方查明原因并予以纠正。
- (3) 复测完毕后应及时编制复测成果。
- (4) 线路路径复测的同时，应进行跨越物、拆迁物、树木的登记和统计工作。

1.3.2.2 复测工具的选择

综合考虑环保要求、测量精度和施工效率，选择复测工具时应参考以下原则：

- (1) 设计方在定位时，采用 GPS 或全站仪进行作业；施工方在复测时，宜采用相同种类仪器进行作业。
- (2) 当 GPS 和全站仪都可满足复测需要时，推荐施工方采用 GPS 进行作业。
- (3) 施工方在复测时，一般不宜采用经纬仪作业。

1.3.2.3 复测工具的使用

- (1) 经纬仪复测。
 - 1) 水平距离及高差测量。仪器置在塔位桩，对准另一塔位桩，采用视距法测量，记录仪器高，测点上下丝切尺差及竖直角，计算水平距离及高差。
 - 2) 横线路偏移测量。仪器置在塔位桩，对准后视塔位桩，采用正倒镜分中法，将其仪器一侧线路延长确定测量方向，量塔位桩与方向线的最近距离。
 - 3) 线路转角测量。仪器置在转角塔位桩，对准相邻两侧塔位桩，正倒镜测水平角取平均值，计算线路转角，并确定转角方向；也可采用方向法复测，即仪器对准一侧塔位桩，望远镜反转 180°，

对准另一侧塔位桩测其转角，正倒镜取平均值。

(2) 全站仪复测。

1) 水平距离及高差测量：仪器置在塔位桩，对准另一塔位桩，进行激光测距，同时计算水平距离及高差。

2) 横线路偏移测量：测量方法与经纬仪相同。

3) 线路转角测量：测量方法与经纬仪相同。

4) 悬高测量：仪器置在塔位桩，进入相应的菜单和程序，先测量仪器至被测物水平投影之间的距离，再对准被测物，根据仪器仰角计算被测物的悬高。

5) 斜距测量：仪器置于任一点，进入相应的菜单和程序，分别对准两点，进行激光测距，仪器根据两点间的方位角及相对位置自动计算出两点间的斜距。

(3) GPS 复测。当设计采用 GPS 定位时，施工复测宜采用 GPS。使用或参考设计方提供的测量成果，成果包含坐标系统、大地坐标基准点、各桩位的坐标值。

测量时，首先需找到已知点架设基站，选择坐标系统并设置参数，然后连接流动站，进行测量初始化，开始进行测量、放样等作业。

1) 水平距离及横线路偏移测量：测量点，计算相应的距离。

2) 高差测量：记录每个桩位的高程，并根据两桩位高程的差值，计算出相应的高差。

3) 线路转角测量：记录每个桩位的方位角，并根据两桩位方位角的差值，计算出转角度数，计算时应注意判断转角方向。

(4) 补桩。在线路复测的同时，对个别丢失的杆塔中心桩及方向桩应按设计数据予以补钉，恢复后的塔位桩应符合设计，测量精度应在允许范围之内。

(5) 补直线桩。补直线桩示意图如图 1-4 所示。操作时，仪器置在相邻塔位桩，对准另一基塔位桩，采用正倒镜分中法，根据设计提供的档距补桩。仪器移至补桩，测量该桩两侧档距，偏差在允许范围内，否则调整补桩位置，使两侧档距偏差均在允许范围之内。

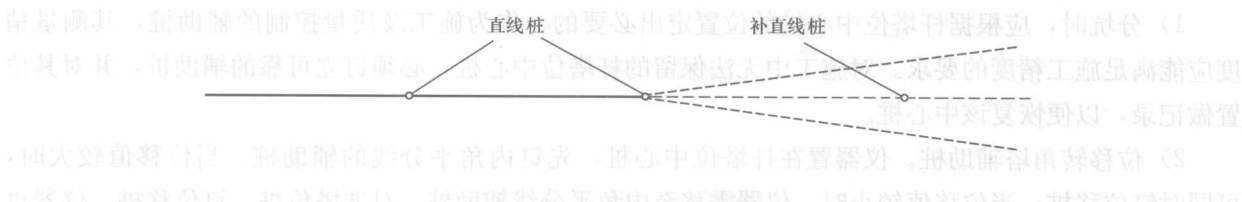


图 1-4 补直线桩示意图

(6) 补转角桩。补转角桩示意图如图 1-5 所示。操作时，仪器置在相邻塔位桩，对准另一基塔位桩，采用正倒镜分中法，确定两侧线路方向。采用 2 台仪器补桩时直接在交会点补桩；采用 1 台仪器补桩时，以档距初步确定塔位，在视线方向塔位前后钉辅助桩，并拉老弦，然后将仪器移至另一侧塔位桩，在老弦上画交点，然后钉桩。补桩后校核转角度数及档距。

1.3.3 基础分坑

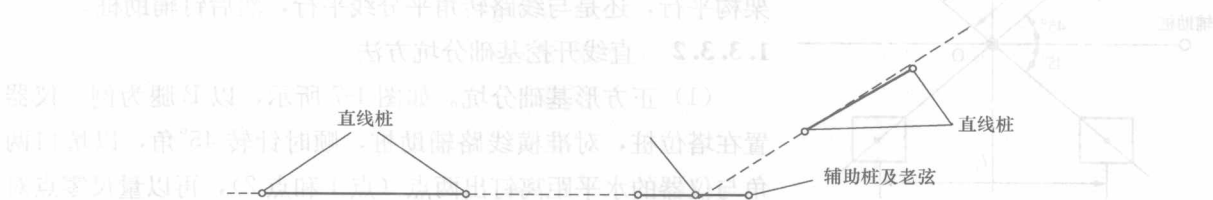


图 1-5 补转角桩示意图

-6 所示。图 6-11 为量规测量富氢聚丙烯平头 (I)

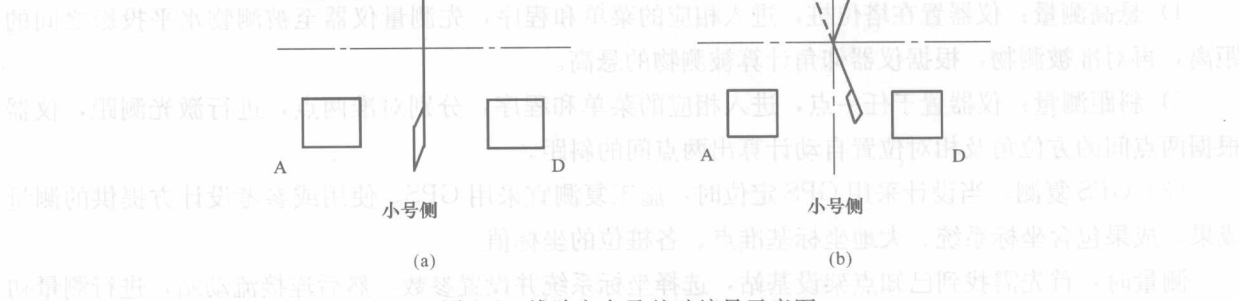


图 1-0 线路方向及基础编号示意图

(2) 分坑应在复测结束后进行, 特殊情况下必须在一个耐张段复测无误后进行。分坑前, 应复核该塔邻档的档距或角度, 有问题应查明原因并予以纠正。

(3) 分坑时, 应复核基础边坡距离是否满足设计要求。

(4) 分坑过程中除应做分坑记录外,遇有下列情况应绘制塔基平面草图,并向项目技术部门汇报,会同设计人员处理。

- 1) 基础保护范围不够;
- 2) 位于上下坡度较陡或坎边的拉线坑;
- 3) 基础处于上、下梯田或高低坎时。

(5) 钉辅助桩。

1) 分坑时,应根据杆塔位中心桩的位置定出必要的、作为施工及质量控制的辅助桩,其测量精度应能满足施工精度的要求。对施工中无法保留的杆塔位中心桩,必须钉立可靠的辅助桩,并对其位置做记录,以便恢复该中心桩。

2) 位移转角塔辅助桩。仪器置在杆塔位中心桩, 先钉内角平分线的辅助桩。当位移值较大时, 可同时钉位移桩; 当位移值较小时, 仪器需移至内角平分线辅助桩, 对准塔位桩, 钉位移桩。仪器再移至位移桩, 对准内角平分线辅助桩, 转角 90° , 钉线路转角平分线的辅助桩。

3) 位移直线塔辅助桩。仪器置在杆塔位中心桩, 先钉内角平分线的辅助桩。仪器移至内角平分线辅助桩, 对准塔位桩, 钉位移桩。仪器再移至位移桩, 对准内角平分线辅助桩, 转角 90° , 钉顺线路方向的辅助桩。

4) 终端塔辅助桩。应分清铁塔横担所处方向, 是与变电架构平行, 还是与线路转角平分线平行, 然后钉辅助桩。

1.3.3.2 直线开挖基础分坑方法

图 1-7 正方形基础分坑示意图

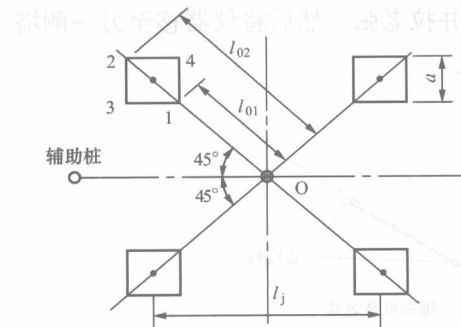


图 1-7 正方形基础分坑示意图

定点 3 与点 4。点 1、2、3、4 共同构成了基础坑口。

与此类似, 分别转 135° 、 225° 、 315° 确定 C、D、A 腿的基础坑口。

地脚螺栓式基础以基础根开分坑, 插入式基础以底盘根开分坑。其计算公式如下

$$l_{01} = \frac{\sqrt{2}}{2}(l_j - a)$$

$$l_{02} = \frac{\sqrt{2}}{2}(l_j + a)$$

式中 l_{01} 、 l_{02} ——坑角与塔位桩距离, m;

l_j 、 a ——基础(底盘)根开及坑口宽度, m。

(2) 矩形基础分坑。如图 1-8 所示, 以 B 腿为例。仪器置在塔位桩, 对准横线路辅助桩, 以正侧面半根开之和在顺线路方向及横线路方向钉测量桩 M、N、P、Q, 以坑角与测量桩 M (或 N) 的水平距离钉出点 3 和点 4, 再以量尺零点对准点 3, 以 $2a$ (2 倍坑口尺寸) 对准点 4, 勾画出正方形, 确定点 1 与点 2。点 1、2、3、4 共同构成了基础坑口。

地脚螺栓式基础以基础根开分坑, 插入式基础以底盘根开分坑。

其计算公式如下

$$l_{Q4} = \frac{\sqrt{2}}{2}(l_{jb} + a)$$

$$l_{P4} = \frac{\sqrt{2}}{2}(l_{ja} - a)$$

$$l_{P3} = \frac{\sqrt{2}}{2}(l_{ja} + a)$$

式中 l_{Q3} 、 l_{Q4} 、 l_{P3} 、 l_{P4} ——坑角与测量桩距离, m;

l_{ja} 、 l_{jb} 、 a ——基础(底盘)正面、侧面根开及坑口宽度, m。

1.3.3.3 直线掏挖基础分坑方法

如图 1-9、图 1-10 所示, 以 B 腿为例, 基本原理与直线开挖基础分坑方法相同, 确定坑口时, 略有所不同。

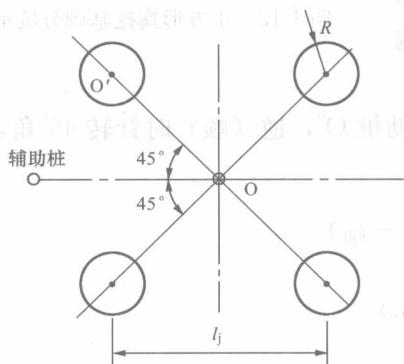


图 1-9 正方形掏挖基础分坑示意图

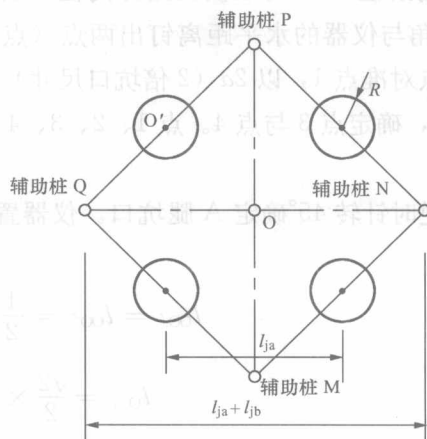


图 1-10 矩形掏挖基础分坑示意图