

UDC

中华人民共和国国家标准



P

GB 50548 – 2010

# 330kV~750kV 架空输电线路勘测规范

Code for investigation and surveying  
of 330kV~750kV overhead transmission line

2010 – 05 – 31 发布

2010 – 12 – 01 实施

中华人民共和国住房和城乡建设部  
中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局

联合发布

中华人民共和国国家标准

# 330kV~750kV 架空输电线路勘测规范

Code for investigation and surveying  
of 330kV~750kV overhead transmission line

**GB 50548 - 2010**

主编部门：中 国 电 力 企 业 联 合 会

批准部门：中华人民共和国住房和城乡建设部

施行日期：2 0 1 0 年 1 2 月 1 日

中国计划出版社

2010 北 京

中华人民共和国国家标准  
**330kV~750kV 架空输电线路勘测规范**

GB 50548-2010

☆

中国电力企业联合会 主编

中国计划出版社出版

(地址:北京市西城区木樨地北里甲 11 号国宏大厦 C 座 4 层)

(邮政编码:100038 电话:63906433 63906381)

新华书店北京发行所发行

世界知识印刷厂印刷

---

850×1168 毫米 1/32 9.5 印张 244 千字 2 插页

2010 年 10 月第 1 版 2010 年 10 月第 1 次印刷

印数 1—20100 册

☆

统一书号:1580177·460

定价:53.00 元

# 中华人民共和国住房和城乡建设部公告

第 633 号

## 关于发布国家标准《330kV~750kV 架空输电线路勘测规范》的公告

现批准《330kV~750kV 架空输电线路勘测规范》为国家标准,编号为GB 50548—2010,自2010年12月1日起实施。其中,第1.0.4、3.3.2、3.4.6、12.1.1、12.2.1、12.5.1条为强制性条文,必须严格执行。

本规范由我部标准定额研究所组织中国计划出版社出版发行。

中华人民共和国住房和城乡建设部

二〇一〇年五月三十一日

# 前 言

本规范是根据原建设部《关于印发〈2006 年工程建设标准规范制订、修订计划(第二批)〉的通知》(建标[2006]136 号)的要求,由中国电力工程顾问集团中南电力设计院会同有关单位共同编制完成的。

本规范总结和吸收了近年来 330kV~750kV 架空输电线路工程勘测积累的成熟且行之有效的经验、应用的科技成果,反映了业主、设计、施工、运行对勘测工作的新要求,最后经审查定稿。

本规范共分 26 章和 15 个附录,主要技术内容包括:总则、术语和符号、基本规定、可行性研究阶段测量、初步设计阶段测量、施工图设计阶段测量、可行性研究阶段岩土工程勘察、初步设计阶段岩土工程勘察、施工图设计阶段岩土工程勘察、岩土工程勘察方法、特殊岩土分布区岩土工程勘察、特殊地质条件岩土工程勘察、原体试验、基坑检验、岩土工程勘察成果、可行性研究阶段工程水文勘测、初步设计阶段工程水文勘测、施工图设计阶段工程水文勘测、水文查勘、水文分析计算、河(海)床演变分析、可行性研究阶段工程气象勘测、初步设计阶段工程气象勘测、施工图设计阶段工程气象勘测、气象调查、气象分析计算等。

本规范中以黑体字标志的条文为强制性条文,必须严格执行。

本规范由住房和城乡建设部负责管理和对强制性条文的解释,中国电力企业联合会负责日常管理,中国电力工程顾问集团中南电力设计院负责具体技术内容的解释。在执行过程中,请各单位结合工程实践,认真总结经验,如发现需要修改或补充之处,请将意见和建议寄交中国电力工程顾问集团中南电力设计院(地址:湖北省武汉市武昌区民主路 668 号,邮政编码 430071;电子信箱:wangshengzu

@csepd. com),以供今后修订时参考。

本规范主编单位、参编单位、主要起草人和主要审查人:

**主 编 单 位:** 中国电力工程顾问集团中南电力设计院

**参 编 单 位:** 中国电力工程顾问集团公司

中国电力工程顾问集团东北电力设计院

中国电力工程顾问集团西北电力设计院

北京国电华北电力工程有限公司

中国电力工程顾问集团华东电力设计院

中国电力工程顾问集团西南电力设计院

北京洛斯达数字遥感技术有限公司

广东省电力设计研究院

山西省电力勘测设计院

**主要起草人:** 王圣祖 石克勤 艾传井 刘德平 熊海星  
王中平

(以下按姓氏笔画为序)

马领康 尹 亮 代宏柏 张小望 刘富亭

吴 刚 别传炎 李伟强 陈亚明 尚思良

胡长权 饶贞祥 胡昌盛 娄俊庆 姚 鹏

贾 剑 高福山 陶 李 曹卫东 梁水林

彭玉环 程正逢 曾伟雄

**主要审查人:** 吴军帅 王 骢 蔡永兰 宋 俊 方 锐

程小久 尹镇龙 王 力 刘厚健 史荣文

陈东乾 唐辉明 刘小青 郑勇锋 吕健春

李邱林 孔祥元 朱 伟 卢晓东 王爱平

王建民 李纪人 黄伟中 马志坚 傅春衡

姜 力 杨爱丽

# 目 次

1	总 则 .....	( 1 )
2	术语和符号 .....	( 2 )
2.1	术语 .....	( 2 )
2.2	符号 .....	( 5 )
3	基本规定 .....	( 7 )
3.1	测量 .....	( 7 )
3.2	岩土工程勘察 .....	( 8 )
3.3	工程水文勘测 .....	( 9 )
3.4	工程气象勘测 .....	( 10 )
4	可行性研究阶段测量 .....	( 11 )
4.1	一般规定 .....	( 11 )
4.2	室内工作 .....	( 11 )
4.3	现场工作 .....	( 12 )
4.4	提交的成品资料 .....	( 12 )
5	初步设计阶段测量 .....	( 14 )
5.1	一般规定 .....	( 14 )
5.2	室内选择路径方案 .....	( 14 )
5.3	现场选择路径方案 .....	( 14 )
5.4	航空摄影 .....	( 15 )
5.5	GPS 主控网的建立及 GPS 航测外控 .....	( 19 )
5.6	像片调绘 .....	( 25 )
5.7	航片扫描 .....	( 26 )
5.8	空中三角测量 .....	( 27 )
5.9	建立路径三维数字模型 .....	( 30 )

5.10	三维数字模型路径优化 .....	(30)
5.11	提交的成品资料 .....	(31)
6	施工图设计阶段测量 .....	(32)
6.1	一般规定 .....	(32)
6.2	选线测量 .....	(32)
6.3	定线测量 .....	(34)
6.4	桩间距离和高差测量 .....	(37)
6.5	平面及高程联系测量 .....	(38)
6.6	平面及断面测量 .....	(40)
6.7	交叉跨越测量 .....	(43)
6.8	定位与检验测量 .....	(45)
6.9	塔基断面及塔位地形测量 .....	(47)
6.10	房屋分布图测量 .....	(47)
6.11	塔位坐标测量 .....	(48)
6.12	林木分布测量 .....	(49)
6.13	接地极地址测量 .....	(49)
6.14	提交的成品资料 .....	(50)
7	可行性研究阶段岩土工程勘察 .....	(52)
8	初步设计阶段岩土工程勘察 .....	(53)
9	施工图设计阶段岩土工程勘察 .....	(55)
9.1	一般规定 .....	(55)
9.2	平原与河谷地区勘察 .....	(56)
9.3	山地丘陵区勘察 .....	(57)
10	岩土工程勘察方法 .....	(58)
10.1	工程地质调查 .....	(58)
10.2	遥感解译 .....	(59)
10.3	工程物探 .....	(59)
10.4	勘探与测试 .....	(60)
11	特殊岩土分布区岩土工程勘察 .....	(62)



11.1	湿陷性黄土 .....	(62)
11.2	冻土 .....	(62)
11.3	软土 .....	(64)
11.4	膨胀岩土 .....	(64)
11.5	红黏土 .....	(66)
11.6	填土 .....	(67)
11.7	风化岩与残积土 .....	(68)
11.8	盐渍土 .....	(69)
11.9	混合土 .....	(70)
12	特殊地质条件岩土工程勘察 .....	(71)
12.1	岩溶与洞穴 .....	(71)
12.2	滑坡 .....	(72)
12.3	崩塌与倒石堆 .....	(73)
12.4	冲沟 .....	(74)
12.5	泥石流 .....	(75)
12.6	地震液化 .....	(75)
12.7	采空区 .....	(76)
13	原体试验 .....	(78)
13.1	一般规定 .....	(78)
13.2	基桩原体试验 .....	(78)
13.3	锚杆基础和原状土基础试验 .....	(79)
13.4	原体试验成果编制 .....	(79)
14	基坑检验 .....	(80)
15	岩土工程勘察成果 .....	(81)
15.1	一般规定 .....	(81)
15.2	可行性研究阶段 .....	(81)
15.3	初步设计阶段 .....	(82)
15.4	施工图设计阶段 .....	(82)
16	可行性研究阶段工程水文勘测 .....	(84)

16.1	一般规定 .....	(84)
16.2	勘测内容深度与技术要求 .....	(85)
16.3	勘测成果 .....	(86)
17	初步设计阶段工程水文勘测 .....	(88)
17.1	一般规定 .....	(88)
17.2	勘测内容深度与技术要求 .....	(88)
17.3	勘测成果 .....	(93)
18	施工图设计阶段工程水文勘测 .....	(94)
18.1	一般规定 .....	(94)
18.2	勘测内容深度与技术要求 .....	(94)
18.3	勘测成果 .....	(96)
19	水文查勘 .....	(97)
19.1	一般规定 .....	(97)
19.2	人类活动影响调查 .....	(97)
19.3	洪涝调查 .....	(98)
19.4	河床演变调查 .....	(99)
19.5	冰情及河流漂浮物调查 .....	(100)
19.6	特殊地区水文调查 .....	(101)
19.7	水文测验 .....	(101)
20	水文分析计算 .....	(102)
20.1	一般规定 .....	(102)
20.2	天然河流设计洪水 .....	(103)
20.3	水库上下游设计洪水 .....	(104)
20.4	溃堤溃坝洪水 .....	(104)
20.5	冰情洪水 .....	(105)
20.6	特殊地区洪水 .....	(105)
20.7	设计洪水位 .....	(105)
20.8	设计流速 .....	(106)
20.9	滨海、河口水文分析计算 .....	(107)

21	河(海)床演变分析 .....	(114)
21.1	一般规定 .....	(114)
21.2	河床演变分析 .....	(114)
21.3	海床演变分析 .....	(115)
22	可行性研究阶段工程气象勘测 .....	(117)
22.1	一般规定 .....	(117)
22.2	勘测内容深度与技术要求 .....	(117)
22.3	勘测成果 .....	(118)
23	初步设计阶段工程气象勘测 .....	(119)
23.1	一般规定 .....	(119)
23.2	勘测内容深度与技术要求 .....	(119)
23.3	勘测成果 .....	(120)
24	施工图设计阶段工程气象勘测 .....	(122)
24.1	一般规定 .....	(122)
24.2	勘测内容深度与技术要求 .....	(122)
24.3	勘测成果 .....	(122)
25	气象调查 .....	(123)
25.1	一般规定 .....	(123)
25.2	大风调查 .....	(123)
25.3	覆冰调查 .....	(124)
25.4	主导风向调查 .....	(126)
25.5	专用气象站与观测 .....	(126)
26	气象分析计算 .....	(128)
附录 A	拥挤地段平面图样图 .....	(130)
附录 B	通信线危险影响相对位置图样图 .....	(131)
附录 C	变电站或发电厂进出线平面图样图 .....	(132)
附录 D	测量标桩规格及埋设尺寸 .....	(133)
附录 E	平行接近线路相对位置平面图样图 .....	(134)
附录 F	输电线路平断面图 .....	(135)

附录 G	平面图、断面图符号表 .....	(136)
附录 H	交叉跨越断面分图样图 .....	(141)
附录 J	交叉跨越平面分图样图 .....	(142)
附录 K	塔基断面图样图 .....	(144)
附录 L	塔位地形图样图 .....	(145)
附录 M	房屋分布图样图 .....	(146)
附录 N	塔基水文条件一览表 .....	(147)
附录 P	设计风速计算 .....	(148)
附录 Q	设计冰厚计算 .....	(151)
本规范用词说明 .....		(154)
引用标准名录 .....		(155)
附:条文说明 .....		(157)

# Contents

1	General provisions .....	( 1 )
2	Term and symbols .....	( 2 )
2.1	Terms .....	( 2 )
2.2	Symbols .....	( 5 )
3	Basical requirements .....	( 7 )
3.1	survey .....	( 7 )
3.2	geotechnical investigation .....	( 8 )
3.3	engineering hydrological investigation and surveying .....	( 9 )
3.4	engineering meteorological investigation and surveying .....	( 10 )
4	Survey of feasibility study stage .....	( 11 )
4.1	General requirements .....	( 11 )
4.2	Office work .....	( 11 )
4.3	Field work .....	( 12 )
4.4	Finished product submitted .....	( 12 )
5	Survey of preliminary design stage .....	( 14 )
5.1	General requirements .....	( 14 )
5.2	Route selection plan indoor .....	( 14 )
5.3	Route selection plan outdoor .....	( 14 )
5.4	Aerial photography .....	( 15 )
5.5	Establishment of GPS control network and GPS field control point .....	( 19 )
5.6	Photo annotation .....	( 25 )
5.7	Aerial photo scanning .....	( 26 )

5.8	Acrotriangulation .....	( 27 )
5.9	Establishment of 3D digital route model .....	( 30 )
5.10	Optimization of 3-D digital route model .....	( 30 )
5.11	Finished product submitted .....	( 31 )
6	Survey of working drawing design stage .....	( 32 )
6.1	General requirements .....	( 32 )
6.2	Route selection survey .....	( 32 )
6.3	Straight line location survey .....	( 34 )
6.4	Survey of distance between two stakes and difference of elevation .....	( 37 )
6.5	Plane and elevation connection survey .....	( 38 )
6.6	Plane and section survey .....	( 40 )
6.7	Cross survey .....	( 43 )
6.8	Positioning and test survey .....	( 45 )
6.9	Section survey of tower foundation and topographic survey of tower position .....	( 47 )
6.10	House distribution survey .....	( 47 )
6.11	Tower coordinate survey .....	( 48 )
6.12	Forest distribution survey .....	( 49 )
6.13	Grounding electrode positioning survey .....	( 49 )
6.14	Finished product submitted .....	( 50 )
7	Geotechnical investigation of feasibility study stage .....	( 52 )
8	Geotechnical investigation of preliminary design stage .....	( 53 )
9	Geotechnical investigation of working drawing design stage .....	( 55 )
9.1	General requirements .....	( 55 )
9.2	Investigation for plain and river valley .....	( 56 )

9.3	Investigation for mountain and hill .....	(57)
10	Method of geotechnical investigation .....	(58)
10.1	Engineering Geological Survey .....	(58)
10.2	Remote sensing .....	(59)
10.3	Geophysical exploration .....	(59)
10.4	Exploration and testing .....	(60)
11	Geotechnical investigation for special lithology .....	(62)
11.1	Collapsible loess .....	(62)
11.2	Frozen soil .....	(62)
11.3	Soft soil .....	(64)
11.4	Swelling soil and rock .....	(64)
11.5	Red clay .....	(66)
11.6	Filled ground .....	(67)
11.7	Weathered rock and residual soil .....	(68)
11.8	Saline soil .....	(69)
11.9	Mixed soil .....	(70)
12	Geotechnical investigation for special geologic condition .....	(71)
12.1	Karst and cave .....	(71)
12.2	Landslide .....	(72)
12.3	Avalanche and collapse heap .....	(73)
12.4	Gully .....	(74)
12.5	Debris flow .....	(75)
12.6	Seismic liquefaction .....	(75)
12.7	Mined out space .....	(76)
13	Prototype test .....	(78)
13.1	General requirements .....	(78)
13.2	Prototype test for pile foundation .....	(78)
13.3	Anchored foundation and shallow foundation test .....	(79)

13.4	Result reporting for prototype test .....	( 79 )
14	Foundaion pit proving .....	( 80 )
15	Result of geotechnical investigation .....	( 81 )
15.1	General requirements .....	( 81 )
15.2	Feasibility study stage .....	( 81 )
15.3	Preliminary design stage .....	( 82 )
15.4	Working drawing design stage .....	( 82 )
16	Engineering hydrological investigation and surveying of feasibility study stage .....	( 84 )
16.1	General requirements .....	( 84 )
16.2	Contents and technical requirement .....	( 85 )
16.3	Outcome .....	( 86 )
17	Engineering hydrological investigation and surveying of preliminary design stage .....	( 88 )
17.1	General requirements .....	( 88 )
17.2	Contents and technical requirement .....	( 88 )
17.3	Outcome .....	( 93 )
18	Engineering hydrological investigation and surveying of working drawing design stage .....	( 94 )
18.1	General requirements .....	( 94 )
18.2	Contents and technical requirement .....	( 94 )
18.3	Outcome .....	( 96 )
19	Hydrological investigation and surveying .....	( 97 )
19.1	General requirements .....	( 97 )
19.2	Impact of human activity .....	( 97 )
19.3	Flood and waterlogging .....	( 98 )
19.4	Riverbed evolution .....	( 99 )
19.5	Ice and river float .....	( 100 )
19.6	Specific areas .....	( 101 )



19.7	Hydrological survey .....	(101)
20	Hydrological analysis and calculation .....	(102)
20.1	General requirements .....	(102)
20.2	Natural river design flood .....	(103)
20.3	Design flood about the upper stream and downstream of the reservoir .....	(104)
20.4	The dike-breach and dam-break design flood .....	(104)
20.5	Ice flood .....	(105)
20.6	Special area design flood .....	(105)
20.7	The design flood stage .....	(105)
20.8	The design flow rate .....	(106)
20.9	The hydrological analysis about the coastal and river mouth area .....	(107)
21	The evolution analysis of the river (sea) bed .....	(114)
21.1	General requirements .....	(114)
21.2	Analysis of the evolution of the river bed .....	(114)
21.3	Analysis of the evolution of the seabed .....	(115)
22	Engineering meteorological investigation and surveying of feasibility study stage .....	(117)
22.1	General requirements .....	(117)
22.2	Content and technical requirement .....	(117)
22.3	Outcome .....	(118)
23	Engineering meteorological investigation and surveying of preliminary design stage .....	(119)
23.1	General requirements .....	(119)
23.2	Content and technical requirement .....	(119)
23.3	Outcome .....	(120)
24	Engineering meteorological investigation and surveying of working drawing design stage .....	(122)

24.1	General requirements .....	(122)
24.2	content and technical requirement .....	(122)
24.3	outcome .....	(122)
25	Meteorology survey .....	(123)
25.1	General requirements .....	(123)
25.2	Strong wind .....	(123)
25.3	Wire ice covering .....	(124)
25.4	Predominant wind direction .....	(126)
25.5	Meteorology special-purpose station and observation .....	(126)
26	Meteorological analysis and calculation .....	(128)
Appendix A	Planimetric map in crowded area .....	(130)
Appendix B	Relative position samples of communication line risk influence .....	(131)
Appendix C	Plan legend for substation or power plant lines in and out .....	(132)
Appendix D	Survey stake standard and embedding size .....	(133)
Appendix E	Relative position plan samples of parallel proximity line .....	(134)
Appendix F	Plan and section samples of transmission line .....	(135)
Appendix G	Symbol list of planimetric and section plan .....	(136)
Appendix H	Intersection and cross section plan .....	(141)
Appendix J	Intersection and crossing planimetric plan .....	(142)
Appendix K	Tower foundation section plan .....	(144)
Appendix L	Tower position topographic map .....	(145)
Appendix M	House distribution map .....	(146)

Appendix N	The schedule of hydrological condition about pole tower .....	(147)
Appendix P	The calculation about the design wind speed .....	(148)
Appendix Q	The calculation about the design wire ice covering thickness .....	(151)
Explanation of wording in this code .....		(154)
List of quoted standards .....		(155)
Addition; Explanation of provisions .....		(157)

# 1 总 则

**1.0.1** 为使 330kV~750kV 架空输电线路工程勘测贯彻执行国家的有关法律、法规和方针、政策,密切结合工程自然条件,做到安全可靠、先进适用、经济合理、环境友好、提高投资效益,保证线路安全和正常运行,制定本规范。

**1.0.2** 本规范适用于 330kV~750kV 架空输电线路新建、改建工程可行性研究阶段、初步设计阶段、施工图设计阶段测量、岩土工程勘察、工程水文勘测、工程气象勘测。本规范不适用于架空输电线路大跨越工程勘测。

**1.0.3** 架空输电线路工程勘测阶段的划分应与设计阶段相适应,可划分为可行性研究阶段勘测、初步设计阶段勘测和施工图设计阶段勘测。

**1.0.4** 工程勘测所使用的计量仪器、设备,必须按国家计量法的规定定期检定;对所使用的专业应用软件,应经过鉴定或验证。

**1.0.5** 工程勘测原始记录必须真实和准确,所搜集的引用资料应经过验证。

**1.0.6** 本规范规定了 330kV~750kV 架空输电线路勘测的基本要求,当本规范与国家法律、行政法规的规定相抵触时,应按国家法律、行政法规的规定执行。

**1.0.7** 330kV~750kV 架空输电线路工程测量、岩土工程勘察、工程水文勘测、工程气象勘测除应符合本规范外,尚应符合国家现行有关标准的规定。

## 2 术语和符号

### 2.1 术 语

#### 2.1.1 大跨越 large crossing

线路跨越通航江河、湖泊或海峡等,因档距较大(在 1000m 以上)或杆塔较高(在 100m 以上),导线选型或杆塔设计需特殊考虑,且发生故障时严重影响航运或修复特别困难的耐张段。

#### 2.1.2 定线测量 straight line location survey

在两转角连线方向为便于平断面、交叉跨越、定位测量工作而设置直线桩位置的测量。

#### 2.1.3 直线性 linearity

直线桩、两转角桩理论直线都投影在同一平面上,反映直线桩偏离两转角桩理论直线程度的描述。

#### 2.1.4 直线桩 the stake of straight line

设置于两转角连线方向为便于平断面、交叉跨越、定位等后续测量工作的控制性桩位。

#### 2.1.5 方向桩 directional stake

定线或定位时在转角前后附近,设置在前后直线上的桩。其作用为指引直线方向。

#### 2.1.6 桩间距离 distance between two stakes

两相邻直线桩或直线桩与相邻转角桩之间的水平距离。

#### 2.1.7 桩间高差 difference of elevation between two stakes

两相邻直线桩或直线桩与相邻转角桩之间的高程之差。

#### 2.1.8 中心断面 central section

两转角桩连线的铅垂面与地表面相截的剖面线。

#### 2.1.9 边线 side line

两塔之间边导线的铅垂面与地形、地物相截的剖面线。

**2.1.10 风偏点** wind slanting point

边导线受最大风力作用产生摆动,可能接近的山脊、斜坡、陡岩等地形和建构筑物的需要测量的点。

**2.1.11 交叉跨越点** crossed point of two lines

中心导线或边导线铅垂面与被交叉线相交的点。

**2.1.12 横断面** cross section

与中心断面垂直的地形剖面线。

**2.1.13 树高线** height line of the trees

两塔位间导线(或边导线)的铅垂面与树木顶相截的点连成的剖面线。

**2.1.14 定位测量** location survey

确定塔位位置,并测量塔位桩的累距或坐标、高程。

**2.1.15 档距** distance between two poles

两个相邻塔位桩之间的水平距离。

**2.1.16 岩土工程勘察** geotechnical investigation

根据建设工程的要求,查明、分析、评价建设场地的地质、环境特征和工程地质条件,进行岩土工程分析与评价,并编制勘察文件的活动。

**2.1.17 岩土工程勘探** geotechnical exploration

岩土工程勘察的一种手段,包括钻探、井探、槽探、坑探以及物探、触探等。

**2.1.18 逐基勘探** exploration according to single tower sub-ground one by one

在施工图设计阶段的岩土工程勘察过程中,根据具体的杆塔位置,对每一基杆塔的地基均进行勘探的活动。

**2.1.19 施工勘察** exploration during construction

在施工期间,针对具体的杆塔,为查明施工图设计阶段难以查明的工程地质条件,或者为满足某些特殊要求而进行的勘探、监

测、分析、评价和编制勘察文件的活动。

**2.1.20 原体试验**      prototype test

在地基岩土中以等同工程作用的条件,在一定的有代表性场地范围内进行的工程实体试验。

**2.1.21 岩土工程勘察成果**      result of geotechnical investigation

在原始资料的基础上进行整理、统计、归纳、计算、分析、评价,提出工程建议,形成系统的为工程建设服务的勘察技术文件。

**2.1.22 设计洪水**      design flood

符合设计标准要求的以洪峰流量或水位、洪水总量和洪水过程线等特征表示的洪水。

**2.1.23 设计洪水标准**      standard of design flood

工程设计中不同等级的建筑物所采用的洪水频率或某种洪水标准。

**2.1.24 防洪标准**      flood control standard

根据防洪保护对象的重要性和经济合理性而由国家确定的防御洪水的标准。

**2.1.25 防洪规划**      flood control planning

为防治洪水灾害而制定的总体计划。

**2.1.26 河床演变**      fluvial process

河道在自然情况下或受人工干扰时水流和河床相互作用所发生的冲淤变化过程。

**2.1.27 海床演变**      seabed evolution

海床及岸、滩在自然情况下或受人工干扰时水流和海床相互作用所发生的冲淤变化过程。

**2.1.28 水文计算**      hydrological computation

按一定目的对水文资料进行整理、分析、计算,以提供工程规划、设计、施工和管理所需的水文数据的工作。

**2.1.29 最高通航水位**      maximum stage of waterway

保证标准载重船舶正常航行所允许的航道的最高水位。

**2.1.30 通航标准** navigation standard

由国家规定的航道规划和建设所必须遵循的基本技术规定。

**2.1.31 航道等级** grade of waterway

按国家规定的航道定级标准为航道划定的级别。

**2.1.32 通航净空** navigation clearance

跨河建筑物下保证船舶安全通过所必需的无障碍空间的高度和跨度。

**2.1.33 设计风速** design wind speed

工程设计标准所要求的设计频率的风速。

**2.1.34 导线覆冰** wire ice covering

雨淞、雾淞、雨雾淞混合冻结物和湿雪凝附在导线上的天气现象。

**2.1.35 标准冰厚** standard ice thickness

将不同密度、不同形状的覆冰厚度统一换算为密度为  $0.9\text{g/cm}^3$  的均匀裹覆在导线周围的覆冰厚度。

**2.1.36 设计冰厚** design ice thickness

将标准冰厚经过导线高度、线径、地形、档距、线路走向订正和重现期换算等分析计算以后得到的覆冰厚度。

## 2.2 符 号

**2.2.1 测量应遵守下列符号规定：**

$a$ ——固定误差；

$b$ ——比例误差系数；

$D$ ——相邻点间距离；

$d$ ——相邻直线桩间距离或塔位桩间距离；

DEM——数字高程模型；

DJ6、DJ2、DJ1——光学经纬仪系列的等级；

DS10、DS3、DS1——水准仪系列的等级；



$f_k$ ——航摄仪的主距；

GPS——卫星定位测量；

$n$ ——测距边数、点数、测站数；

RTK GPS——实时动态卫星定位测量；

$S$ ——边长、测距边长、路线长度、房屋边长；

WGS84——世界大地坐标系；

$W_s$ ——全长闭合差；

$W_x, W_y, W_z$ ——坐标分量闭合差；

$\sigma$ ——基线标准差；

$\Delta d$ ——横向偏距值。

### 2.2.2 岩土工程勘察应遵守下列符号规定：

$b$ ——基础宽度；

$d$ ——桩的直径或边长；

$g$ ——重力加速度；

$p$ ——土体自重应力；

$\delta_z$ ——地基中  $\sigma_z$  深度处的附加应力。

### 2.2.3 工程水文勘测应遵守下列符号规定：

$C_v$ ——变差系数；

$C_s$ ——偏态系数；

$n$ ——糙率。

### 2.2.4 工程气象勘测应遵守下列符号规定：

$B$ ——设计冰厚；

$B_0$ ——标准冰厚；

$V_{10\min}$ ——10min 平均最大风速；

$V_{T\min}$ ——定时 2min 平均或瞬时最大风速。

## 3 基本规定

### 3.1 测量

**3.1.1** 测量应充分应用航空摄影测量、卫星定位测量技术,积极推广应用测量新技术。采用测量新技术完成的测量产品应满足本规范相应的产品精度要求。

**3.1.2** 测量的坐标系统宜采用 2000 国家大地坐标系、1980 西安坐标系或 1954 年北京坐标系。高程系统宜采用 1956 年黄海高程系或 1985 国家高程基准。在可行性研究、初步设计、施工图设计各阶段的测量应采用一致的平面和高程系统。中央子午线的选择应考虑投影变形,投影变形值的允许偏差应不大于 5cm/km。

**3.1.3** 330kV、 $\pm 400$ kV、500kV 和  $\pm 500$ kV 架空输电线路工程平面图测量范围应为中线两侧各 50m。 $\pm 660$ kV、750kV 架空输电线路工程平面图测量范围应为中线两侧各 75m。

**3.1.4** 测量提交的各类成品应包括图纸和相应的电子文件。所使用的软件宜与线路设计软件有数据接口。数据文件应保留现场采集环境下的原始数据文件。

**3.1.5** 使用全站仪或经纬仪直接定线,各传递直线桩位连成的水平角允许偏差为  $180^\circ \pm 1'$ 。两测回距离较差的相对误差不应大于 1/1000。GPS 定线、定位相邻直线桩或相邻塔位桩的相对坐标中误差不应大于 0.05m。相邻直线桩或相邻塔位桩的相对高差误差不应大于 0.3m。

**3.1.6** 使用 GPS 进行平面坐标联系测量、像片控制点测量时宜采用快速静态或静态作业模式。使用 GPS 进行平断面测量、交叉跨越平面测量、地形图测量、塔位桩和直线桩放样测量时宜采用实时动态或准动态模式。GPS 测量时选用的椭球基本参数应在同

一工程各个阶段保持一致。

**3.1.7** GPS 测量直线桩的基准站应选择在地势开阔、地面植被稀少、交通方便、符合 GPS 接收条件的位置。基准站应以快速静态或静态作业模式测定坐标和高程。GPS 基准站应埋设固定桩。

**3.1.8** 一条线路应明确唯一的线路前进方向。各种“左”、“右”关系以线路前进方向为基准。累距、各桩编号都应是顺线路前进方向递增。

**3.1.9** 应根据不同的地形、地貌、植被状况选择测量方法、测量仪器和工序。

**3.1.10** 测距仪分 I、II、III 等级的精度要求应符合现行国家标准《中、短程光电测距规范》GB/T 16818 精度分级的规定。经纬仪系列分 DJ1、DJ2、DJ6 等级及基本技术参数应符合现行国家标准《经纬仪系列及基本参数》GB 3161 的规定。水准仪系列分 DS1、DS3、DS10 等级及基本技术参数应符合现行国家标准《水准仪系列及基本参数》GB 3160 的规定。

## **3.2 岩土工程勘察**

**3.2.1** 岩土工程勘察应按照工程建设各勘察阶段的要求,精心勘察、精心分析,提出资料完整、评价正确的勘察报告。

**3.2.2** 岩土工程勘察应分阶段进行,在下列场地建设杆塔时宜进行施工勘察:

- 1 岩溶发育场地;
- 2 矿产采空区;
- 3 人工填土分布场地;
- 4 地下工程布置场地;
- 5 岩脉和花岗岩中球状风化体分布区;
- 6 其他需要进行施工勘察的场地。

**3.2.3** 当线路经过下列地带时,应根据建设的需要进行专项勘察:

- 1 采空区移动盆地活动地带；
- 2 岩溶强烈发育地带；
- 3 滑坡地带；
- 4 缺少建设经验的沙漠地带；
- 5 泥石流发育地带；
- 6 多年冻土分布地带；
- 7 其他需要进行专项勘察的地带。

3.2.4 线路杆塔所在场地复杂程度和杆塔地基复杂程度的划分应符合现行国家标准《岩土工程勘察规范》GB 50021 的规定。

3.2.5 岩土的分类和鉴定应符合现行国家标准《岩土工程勘察规范》GB 50021 的规定。

### 3.3 工程水文勘测

3.3.1 工程水文勘测的任务是在设计条件下为架空输电线路工程的设计、施工和运行提供合理可靠的水文勘测成果。

3.3.2 330kV~750kV 架空输电线路工程的防洪设计标准不得低于 100 年一遇设计洪水标准。

3.3.3 当架空输电线路工程跨越通航河流或运河、水库、湖泊时，设计最高通航水位的洪水重现期应按现行国家标准《内河通航标准》GB 50139 的规定执行；跨越海湾时应执行国家有关海域通航标准。

3.3.4 当架空输电线路工程经过重要的水利、交通、海洋等区域时，应根据相关法律、法规的要求开展专题论证工作。

3.3.5 线路水文勘测宜积极慎重地采用新技术和新方法。

3.3.6 对水文分析计算中引用的基础资料应进行可靠性、一致性和代表性分析，对计算成果应进行合理性分析。

3.3.7 设计水位的高程系统应与线路平断面图高程系统一致。

3.3.8 当遭遇特大洪水或发生暴雨、岸滩发生较大演变等突发事件时，应及时进行现场查勘，对设计阶段所提供的水文成果进行复

核,并提出处理事件的对策措施。

### 3.4 工程气象勘测

3.4.1 对气象条件分析计算引用的基础资料应进行可靠性、一致性和代表性审查。

3.4.2 计算确定短缺资料地区的设计风速与冰厚时,宜采用多种方法,对各种方法的计算成果应进行综合分析,合理选定。

3.4.3 当线路通过偏僻山区,又无条件移用相邻区域气象站资料时,应根据工程设计需要,建立专用气象观测站,开展覆冰、风及其他气象要素的观测。

3.4.4 330kV 架空输电线路防御大风与覆冰的设计重现期应为 30 年一遇,500kV~750kV 架空输电线路防御大风与覆冰的设计重现期应为 50 年一遇。设计重现期标准,也可按具体线路的重要性由主管部门确定,但不应低于本条规定的标准。

3.4.5 架空输电线路冰区宜分为三类。轻冰区设计冰厚不应大于 10mm;中冰区设计冰厚应大于 10mm 且小于 20mm;重冰区设计冰厚不应小于 20mm。

3.4.6 当线路通过重冰区时,应开展覆冰专题论证工作。

3.4.7 对于地形复杂、气候恶劣的微地形微气候重冰区,应在分析计算值基础上增大 10%安全修正值。

3.4.8 当遭遇异常大风、覆冰等灾害事件时,应及时赴现场查勘,对设计气象条件做进一步分析论证,必要时修正设计气象条件,并提出应采取的工程措施。

## 4 可行性研究阶段测量

### 4.1 一般规定

4.1.1 可行性研究阶段测量应提供工程所需的基础测绘资料。

4.1.2 测量应配合设计进行路径方案选择。在现场踏勘过程中,应了解工程沿线情况,对路径成立和工程造价有较大影响的重要交叉跨越应进行测量。

### 4.2 室内工作

4.2.1 根据工程规划,宜搜集线路拟经过地区 1:50000 和 1:100000 地形图,对复杂地段应搜集 1:10000 地形图。线路较长时,可搜集小比例尺地形图。所搜集同一比例尺地形图的坐标、高程系统宜保持一致。

4.2.2 当有卫星遥感影像、航摄像片以及数字高程模型等可利用时,视工程需要应搜集利用。

4.2.3 卫星遥感影像的搜集处理应符合以下要求:

1 宜选择地面分辨率不大于 15m 的卫星遥感影像,光谱波段数不宜少于 3 个。

2 卫星遥感影像应能满足 1:50000 或 1:100000 影像成图需要。

3 宜选择利用近期摄取、现势性较好的影像。

4 影像的清晰度、云量、色调、反差等各要素应满足相应影像的质量验收要求。

5 对影像数据的预处理、纠正、融合等各种处理应采用专业遥感处理软件进行。

6 卫星影像成果图的比例尺宜为 1:50000 或 1:100000。

图中宜标注坐标格网、主要居民地、道路、水系、规划区等各种地理信息。

#### 4.2.4 航摄像片搜集处理应符合以下要求:

1 航摄像片的比例尺,平丘地区不应小于 1:30000,山区不应小于 1:40000。

2 选择航摄立体相对时,应同时获得摄影参数、原始成果验收资料。

3 航摄数据处理应在数字摄影测量软件系统中进行。

4 航摄处理的成果应包括路径正射影像图、数字高程模型、立体模型等。

4.2.5 搜集的数字高程模型,其格网间距不应大于 25m,格式应满足后续软件处理的要求。

4.2.6 可利用搜集的数字高程模型生成拟选路径的概略断面数据或图形文件,满足杆塔规划需要。

### 4.3 现场工作

4.3.1 应了解线路沿线的地形地貌、交通、水系、植被、城镇分布等自然地理状况。

4.3.2 对影响线路路径方案的规划区、协议区、拥挤区、林区、采石场、弹药库、油库、微波塔、通信设施等重点地段应进行现场踏勘。对重要交叉跨越、平行接近通信线等应进行现场调绘,必要时应用仪器实测。

4.3.3 当发现对路径有影响的地物、地貌与现有资料不符时,应进行调绘和补测。

4.3.4 对线路所涉及的变电站、发电厂应配合设计搜集进出线平面图。

### 4.4 提交的成品资料

4.4.1 可行性研究阶段测量宜提交工程测量报告、地形图、现场

测绘的拥挤地段平面图、通信线危险影响相对位置图、变电站或发电厂进出线平面图。拥挤地段平面图应符合本规范附录 A 的规定,通信线危险影响相对位置图应符合本规范附录 B 的规定,变电站或发电厂进出线平面图图式应符合本规范附录 C 的规定。

**4.4.2** 当利用了卫星遥感影像、航摄像片或数字高程模型等其他测绘资料时,应提供正射影像图和概略平断面图。



## 5 初步设计阶段测量

### 5.1 一般规定

**5.1.1** 初步设计阶段测量工作的主要内容包括搜集资料、现场踏勘、参加选择路径、重要交叉跨越测量、拥挤地段测量、弱电线路危险影响相对位置测量、航空摄影、像片控制测量、像片调绘、空中三角测量、概略平面断面测量、三维数字模型路径优化等工作。

### 5.2 室内选择路径方案

**5.2.1** 室内选择路径方案应了解可行性研究设计阶段审查所确定的路径方案。

**5.2.2** 初步设计阶段路径方案与可行性研究阶段的路径方案偏离较大时,宜补充搜集 1:50000、1:10000 比例尺地形图。室内选择路径方案应配合设计人员进行路径方案比选。

**5.2.3** 室内选择路径方案时,应分析路径沿线国家平面、高程控制点分布情况,拟定利用方案。

### 5.3 现场选择路径方案

**5.3.1** 在现场选择路径方案时,宜核实线路沿线国家控制点的保存和分布情况。

**5.3.2** 初步设计阶段路径方案与可行性研究阶段的路径方案偏离较大时,应补充踏勘和测绘,重点踏勘和补充测绘影响线路路径方案的规划区、协议区、拥挤区、林区、工程建设条件复杂区地段、重要交叉跨越、平行接近通信线等。

**5.3.3** 线路经过或靠近规划区、协议区,当要求取得统一的平面坐标系统时,应进行平面坐标联系测量。

**5.3.4** 拥挤地段可能影响路径成立时,应测绘拥挤地段平面图,比例尺不应小于 1 : 5000。

**5.3.5** 对可能影响路径成立的 35kV 及以上电压等级电力线,应用仪器实测电力线位置、跨越点及其两端杆位高度。

**5.3.6** 当线路对两侧平行接近的通信线构成影响时,应进行调绘或施测,并将测量结果标绘于地形图上或制作通信线路危险影响相对位置图。接近距离小于 100m 时,成图比例尺宜为 1 : 10000。

**5.3.7** 线路通过江河、湖泊、水库等地段,必要时,应配合水文专业进行水文断面、比降点、洪痕点测量。

**5.3.8** 当在江河、湖泊中立塔时,应根据设计需要,测量水下地形图或水下断面图,水下地形图的比例尺不应小于 1 : 2000。水下地形测量的方法和精度指标应按现行国家标准《工程测量规范》GB 50026 的有关规定执行。

## **5.4 航空摄影**

**5.4.1** 航空摄影工作应在初步设计阶段开展,宜在初步设计对路径方案确定后进行航空摄影。

**5.4.2** 线路路径航空摄影,宜采用单航线摄影方式进行。当有比选方案时,主方案与比选方案可采用单航线摄影方式分别进行摄影,也可采用区域网摄影方式一并进行摄影;在路径方案选择困难和变电站、换流站线路密集区域也可采用区域网摄影方式一并进行。

**5.4.3** 航空摄影应委托具有相应资质的专门航空摄影机构完成。

**5.4.4** 航摄仪物镜中心部分的分解力不应低于 100 线对/mm。

**5.4.5** 航线摄影带宽不应小于 2km。

**5.4.6** 航空摄影应制定技术计划,技术计划宜包括如下内容:

1 选择航摄飞机。

2 编制航线敷设计划,航摄区域或各航线段的起终点经纬度值。

3 飞行所需小时数,当采用光学摄影仪时需要的摄影胶片数量。

4 航带接合图。

5 航摄仪的型号、主距及像幅。

6 摄影比例尺、摄影类型。

7 对飞行质量及摄影质量的要求。

8 确定航摄季节和航摄时间。

9 曝光时间和摄影间隔,当采用光学摄影仪时选择的摄影材料及滤光片。

10 要求移交的全部资料名称和数量。

#### 5.4.7 航线段划分应符合下列要求:

1 在 1:50000 地形图上,按转角段划分航线,并设计航线段的起终点。

2 航线段内,每一个转角点距离航带边缘的实地距离均应大于 400m。航线端点与最近的转角点的实地距离应大于 1000m。

3 当线路测区范围内地形高差过大时,应采用分区摄影,摄影分区内的地形高差,不应大于相对航高的 1/4。

5.4.8 23cm×23cm 像幅的航摄仪,其镜头型号及主距所适用的地形类别,应符合表 5.4.8 的规定。

表 5.4.8 航摄低度镜头型号及主距所适用的地形类别

镜头型号	主距(mm)	适用的地形类别
特宽角	$f_k = 87.5 \pm 3.5$	平地
宽角	$f_k = 152.0 \pm 3.0$	平地丘陵
中角	$f_k = 210.0 \pm 5.0$	山地
常角	$f_k = 305.0 \pm 3.0$	山地或城建区

注:当摄影比例尺分母  $m < 15000$  时,  $f_k = 152.0 \pm 3.0$  也适用于山区。

5.4.9 当采用数码航摄仪进行航空摄影时,地面分辨率不应小于

0.3m。当采用光学航摄影航空摄影时,航空摄影比例尺的选用,应符合表 5.4.9 的规定。

表 5.4.9 选用航摄像片比例尺的要求

地 形	像片比例尺
平地丘陵	1 : 8000 ~ 1 : 14000 ( $f_k = 152\text{mm}$ )
山区	1 : 12000 ~ 1 : 15000 ( $f_k = 152\text{mm}$ )
	1 : 10000 ~ 1 : 12000 ( $f_k = 210\text{mm}$ )
高山区	1 : 10000 ~ 1 : 14000 ( $f_k = 210\text{mm}$ )

#### 5.4.10 航空摄影的飞行质量应符合下列规定:

- 1 航摄像片的倾角不宜大于  $2^\circ$ , 个别最大不宜大于  $4^\circ$ 。
- 2 航摄像片的旋偏角不应大于  $10^\circ$ 。在航线段内达到或接近最大旋偏角的像片不得连续超过 3 片。
- 3 航摄像片的航向重叠应为 60% ~ 65%, 个别最大不应大于 75%, 最小不得小于 56%。
- 4 航摄像片的旁向重叠应为 30% ~ 35%, 个别最小不应小于 15%。摄影区内应无绝对漏洞。
- 5 航线的弯曲度不应大于 3%。
- 6 摄影后的路径中心线离开像片边缘应大于 4cm。
- 7 同一航线上相邻像片的航高之差应小于 20m; 同一航线上最大航高与最小航高之差应小于 30m; 摄影分区内实际航高与设计航高之差应小于 50m, 当航高大于 1000m 时, 则两者之差应小于设计航高的 5%。

#### 5.4.11 航空摄影的摄影质量应符合下列要求:

- 1 用目视法检查底片, 应影像清晰, 色调正常, 层次丰富, 反差适中; 不应有明显的阴影、云影、光斑、划痕、静电斑痕、折伤、脱胶、砂粒等缺陷; 应能辨认与摄影比例尺相适应的细小地物的影像。
- 2 光学框标影像应清晰、齐全; 其密度应与像幅内地面上大部分明亮地物影像的密度一致。
- 3 航摄底片的不均匀变形不应大于 3/10000。

4 航摄底片的压平误差,宜采用立体坐标量测检查。检查时,应测定标准配置点和至少 9 个检查点的坐标和视差,按 6 点法相对定向进行解析计算,输出结果检查点上的残余上下视差不应大于 0.02mm。

5 底片的灰雾密度不应大于 0.2;对光亮较小的地物最大密度宜为 1.4;对光亮较大的地物最大密度宜为 1.8;地物密度差,最大不应大于 1.4,最小不应小于 0.6。

5.4.12 透明正片、像片等航摄复制品的摄影处理质量,应符合下列要求:

1 感光材料的型号和药液配方,应根据航摄底片的反差情况正确选择。显影液温度宜为  $18^{\circ}\text{C} \sim 22^{\circ}\text{C}$ ,定影液与显影液温差不宜超过  $5^{\circ}\text{C}$ 。

2 晒印时,晒像材料的机械方向应与底片的机械方向垂直;供调绘用的放大片,其邻片间的影像应有适当重叠。

3 定影和水洗的时间应充分,并应防止药膜变软、影像漂移。流动水洗时间宜为 30min。

4 晒印片应整片感光均匀,层次丰富;影像灰雾密度应小于 0.2,反差允许偏差为  $0.9 \pm 0.3$ ;药膜表面不平度应小于 0.02mm;框标的影像应清晰、完整、齐全。

5.4.13 航空摄影资料检查验收,可采用目视检查法、数据测定法和样片比较法相结合的方式进行。

5.4.14 对航空摄影资料的飞行质量、摄影质量及摄影处理质量等检查验收的要求,应符合本规范第 5.4.9 条~第 5.4.12 条的规定。

5.4.15 航空摄影资料检查验收后,宜提交下列资料:

- 1 全部底片或数字影像及航摄底片登记表;
- 2 像片 3 套;
- 3 像片索引图底片及索引图像片 1 份;
- 4 航摄仪技术数据表和鉴定表;
- 5 航摄成果质量鉴定表;

- 6 航摄底片、像片和像片索引图等移交清单；
- 7 航空摄影技术及质量检查报告。

## 5.5 GPS 主控网的建立及 GPS 航测外控

5.5.1 GPS 主控制网应根据测区实际需要和交通情况进行布置，主控网控制点间距离不应大于 10km。主控网控制点应埋设固定桩。

5.5.2 GPS 主控制网测量精度，最弱边相对中误差不应大于 1/20000，主控网相邻点间弦长和大地高差精度，应符合下列要求：

1 GPS 主控网相邻点间弦长精度按式(5.5.2)计算确定，并应符合表 5.5.2-1 对点间弦长精度要求的规定。

$$\sigma = \sqrt{a^2 + (bd)^2} \quad (5.5.2)$$

式中： $\sigma$ ——标准差(mm)；

$a$ ——固定误差(mm)；

$b$ ——比例误差系数( $10^{-6}$ )；

$d$ ——相邻点间距离(km)。

表 5.5.2-1 点间弦长精度要求

弦长类别	固定误差 $a$ (mm)	比例误差系数 $b(10^{-6})$
主控制网点间弦长	$\leq 10$	$\leq 20$

2 GPS 主控网测量大地高差的精度，应按(5.5.2)式计算确定，并应符合表 5.5.2-2 对点间大地高差精度要求的规定。

表 5.5.2-2 点间大地高差精度要求

大地高差类别	固定误差 $a$ (mm)	比例误差系数 $b(10^{-6})$
主控制网点间大地高差	$\leq 15$	$\leq 30$

5.5.3 GPS 主控网应与国家平面控制网相互联测和转换，联测点数不应少于 3 个点，同一线路工程项目的 GPS 主控网可分为多个投影带。

5.5.4 GPS 主控网进行高程联测时，联测点数不应少于 3 个高程点，并应均匀分布且能控制全网。

5.5.5 GPS 主控网控制点周围宜设置明显的指向标志，宜实地

绘制 GPS 点点之记。

**5.5.6** 像片控制点在像片上的布点位置,应符合下列要求:

1  $23\text{cm} \times 23\text{cm}$  像幅的像片控制点距像片边缘应大于  $1.5\text{cm}$ ,  $16\text{cm} \times 9\text{cm}$  像幅的像片控制点距像片边缘应大于  $0.5\text{cm}$ , 距像片上的各类标志应大于  $1\text{mm}$ 。

2 像片控制点离开方位线的距离应大于  $4.5\text{cm}$ 。

**5.5.7** 像片控制点在航线上的布置,应符合下列要求:

1 航线首末上下两端点的上下两控制点宜位于通过像主点且垂直于方位线的直线上,困难时互相偏离应小于半条基线。上下对点应布在同一立体像对内。

2 单航线布点时,  $23\text{cm} \times 23\text{cm}$  像幅每 5 条基线应布设一对控制点,  $16\text{cm} \times 9\text{cm}$  像幅至少每 8 条基线应布设一对控制点, 每条航带的像片控制点个数不应少于 6 个。在两条航线的结合处应布置公共像片控制点。

3 当航向重叠小于  $56\%$  时,应以漏洞为界分别布点;漏洞部分应采用野外测图方法补测。

**5.5.8** 区域网布点应符合下列规定:

1 区域网用于加密平高控制点时,  $23\text{cm} \times 23\text{cm}$  像幅每 5 条基线应布设一对控制点,  $16\text{cm} \times 9\text{cm}$  像幅至少每 8 条基线应布设一对控制点,宜按周边 6 点法(图 5.5.8a)或周边 8 点法(图 5.5.8b)布设,航线方向每对高程点间隔数的基线数宜为 3 条~5 条。

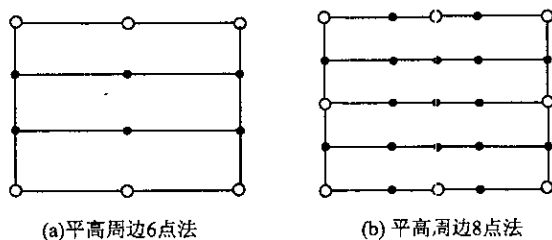


图 5.5.8 区域网布点方案

○ 平高点; ● 高程点

2 当像主点或标准点位处于水域内,或被云影、阴影、雪影等覆盖以及其他原因使影像不清,或无明显地物时,应按下列情况分别处理:

1)当落水范围的大小和位置尚不影响立体模型连接时,可按正常航线布点。

2)当像主点附近 3cm 范围内选不出明显目标,或航向三片重叠范围内选不出连接点时,落水像对应采用全野外布设像片控制点。

3 当旁向标准点位落水,且在离开方位线 4cm 以外的航向三片重叠范围内选不出连接点时,落水像对应采用全野外布设像片控制点。

4 相邻航线公用的像片控制点,应布设在旁向重叠中线附近,离开上、下航线像片方位线的距离,均应大于 4.5cm。

5.5.9 像片控制点以判点为主,刺点为辅。宜在室内做出选点方案,野外落实点位选刺。

5.5.10 像片控制点的选刺应符合下列要求:

1 平面控制点应选在影像清晰且交角良好的固定地物交角处或影像小于 0.2mm 的点状地物中心。

2 高程控制点应选在高程不易变化且各相邻像片上影像清晰的目标点上。

3 平高控制点的点位目标,应同时满足平面和高程控制点对刺点目标的要求。

4 像片控制点应选刺在便于 GPS 架站、观测的点位上;点位实地的辨认精度不应大于 0.1mm。

5.5.11 刺点应在立体镜或放大镜下进行,必须刺透,平面点和平高点的刺点误差,不应大于像片上 0.1mm,不应出现双孔。同时应符合下列要求:

1 如果平高点选在围墙等垂直地物上,高程点宜选在高处。

2 对于选择刺点目标有困难的位置,宜选刺点组。



**5.5.12** 三角点、水准点、导线点及其他埋石点宜刺在航片上,应绘制点位略图、量注标志与地面的比高精确至厘米。

**5.5.13** 控制片的正面整饰应包括点位标记和点号。航线间公用像片控制点应在相邻航线基本片上转标,应注出刺点航线号和像片号。

**5.5.14** 控制片的反面整饰,应以相应的符号标出控制点的点位,并绘出详细、准确的草图,大小宜为  $2\text{cm} \times 2\text{cm}$ ,并配简要的文字说明,描述点位的准确位置。描述平面位置时,以像片编号字头方向为上,使用上下左右说明,应使用灰度、色彩来说明;在没有明显地物的山地,可绘出等高线地貌略图或断面图来表示。应签署刺点者、检查者姓名和日期。

**5.5.15** 像片控制点应统一编号,编号宜含有航带号和顺序号内容。

**5.5.16** 像片控制点测量宜与 GPS 主控网控制点测量同期完成,但 GPS 主控制网应单独进行平差。GPS 控制网应由一个或若干个独立观测环构成,GPS 控制网应采用网连式、边连式、附合导线式布网,网中不应出现自由基线。

**5.5.17** GPS 测量时,应随时注意 GPS 接收机卫星信号和信息存储情况,应填写 GPS 外业观测手簿。当接收和存储出现异常时,应随时进行调整,必要时应及时通知其他接收机以调整观测计划。同时应符合下列要求:

- 1 每时段观测宜在观测前后分别量取天线高,精确至毫米,两次量取的天线高之差不应大于  $3\text{mm}$ ,并取平均值作为天线高。

- 2 观测期间,不得在接收机附近  $50\text{m}$  内使用电台、 $10\text{m}$  内使用对讲机或接通手机。

- 3 在 GPS 快速静态或静态作业模式测量中,同一观测单元期间各个 GPS 接收机的采样间隔应相同,不能变更。

- 4 同一观测时段过程中不应进行自测试、改变卫星截止高度角、改变数据采样间隔、改变天线位置。

5 每日观测结束后,应将接收机内存的数据文件传送到计算机内或转录到外存介质上。外业观测数据文件应拷贝,一式两份,不应进行任何剔除和删改。

5.5.18 GPS 主控网测量基本技术规定应符合表 5.5.18 的要求。

表 5.5.18 GPS 主控网测量基本技术要求

项 目 \ 级 别			GPS 主控网
卫星截止高度角( $^{\circ}$ )			15
同步观测有效卫星数			$\geq 4$
有效观测卫星总数			$\geq 4$
时段长度(min)	静态		$\geq 40$
	快速静态	双频+P(Y)码	$\geq 2$
		双频全波	$\geq 10$
		单频或双频半波	$\geq 15$
采样间隔(s)	静态		10~30
	快速静态		5~15
时段中任一卫星有效观测时间(min)	静态		$\geq 15$
	快速静态	双频+P(Y)码	$\geq 1$
		双频全波	$\geq 3$
		单频或双频半波	$\geq 5$

5.5.19 外业结束后应及时进行观测数据处理和质量分析。每个时段应进行同步环和异步环闭合差校核,校核时应符合下列要求:

1 多台接收机同步观测会产生三边同步环,在处理各边观测值后,应检查一切可能的三边同步环闭合差。其三边同步环坐标差分量闭合差,应小于下列指标:

$$W_x \leq \frac{\sqrt{3}}{5} \sigma \quad (5.5.19-1)$$

$$W_y \leq \frac{\sqrt{3}}{5} \sigma \quad (5.5.19-2)$$

$$W_z \leq \frac{\sqrt{3}}{5} \sigma \quad (5.5.19-3)$$

$$W_s = \sqrt{W_x^2 + W_y^2 + W_z^2} \leq \frac{3}{5} \sigma \quad (5.5.19-4)$$

式中:  $W_x$ ——三边同步环纵向坐标闭合差;

$W_y$ ——三边同步环横向坐标闭合差;

$W_z$ ——三边同步环竖向坐标闭合差;

$W_s$ ——三边同步环全长闭合差;

$\sigma$ ——取同步闭合环平均弦长值按式(5.5.2)计算的弦长中误差。

2 当由若干个独立观测边组成异步环闭合环时,应进行校核。各坐标分量闭合差应小于下列指标:

$$W_x \leq 3\sqrt{n} \sigma \quad (5.5.19-5)$$

$$W_y \leq 3\sqrt{n} \sigma \quad (5.5.19-6)$$

$$W_z \leq 3\sqrt{n} \sigma \quad (5.5.19-7)$$

$$W_s = \sqrt{W_x^2 + W_y^2 + W_z^2} \leq 3\sqrt{3n} \sigma \quad (5.5.19-8)$$

式中:  $W_x$ ——异步闭合环纵向坐标闭合差;

$W_y$ ——异步闭合环横向坐标闭合差;

$W_z$ ——异步闭合环竖向坐标闭合差;

$W_s$ ——异步闭合环全长闭合差;

$n$ ——组成异步闭合环中的边数;

$\sigma$ ——取异步闭合环平均弦长值按式(5.5.2)计算的弦长中误差。

**5.5.20** 同一条边任意两个时段的成果互差应小于 GPS 接收机标称精度的  $2\sqrt{2}$  倍。

**5.5.21** 当发现观测数据不能满足要求时应应对 GPS 成果进行全面分析,对不满足要求的数据进行补测或重测。

**5.5.22** 进行 GPS 控制网平差前,应根据实际需要选定起算数据,并对起算数据的可靠性及精度进行检查分析。

**5.5.23** 一个测区内数据处理过程中,选用的起始点单点定位坐标中误差应小于 25m。

**5.5.24** 平差时应首先进行无约束平差,检查 GPS 基线向量网的内符合精度、基线向量间有无明显的系统误差,剔除含有粗差的基线边。

**5.5.25** GPS 控制网可采用三维约束平差、二维约束平差法,应符合下列要求:

1 约束平差时,可约束控制点的坐标、距离或方位角作为强制约束的固定值。

2 当采用三维约束平差时,可只假定一个点的大地高作为高程起算数据。

3 当采用二维约束平差时,应先将三维 GPS 向量转换为二维基线向量。

**5.5.26** 计算结束后,应对所处理的数据结果进行分析,并输出 GPS 平差成果。GPS 平差成果中应包括 GPS 测量成果、精度评定、平差软件名称和版本号、采用的 GPS 设备型号和编号、计算日期、观测者和计算者等内容。

**5.5.27** GPS 主控网、GPS 航测外控应提交下列资料:

- 1 像片控制片资料;
- 2 GPS 主控网航测外控点测量记录手簿;
- 3 平差成果资料;
- 4 GPS 外控成果报告。

## 5.6 像片调绘

**5.6.1** 像片调绘工作,宜分为路径调绘和详细调绘,所有调绘

工作宜采用室内判绘与野外调绘及仪器实测相结合的方式  
进行。

**5.6.2** 室内判绘应采用立体观察、影像识别等手段进行,对难于判读准确的微地物、微地貌及影响路径的其他地物,应到现场进行调绘。对于交叉跨越、平行接近的地物、新增地物和变化地形的调绘,宜采用仪器实测。

**5.6.3** 像片调绘应判读准确、描绘清楚、图式符号运用恰当、位置正确、各种注记准确无误、清晰易读。地物、地貌的类别和性质,应由调绘确定。

**5.6.4** 对交叉跨越的电力线应在像片上标明电压等级和杆型或塔型、杆高;对 35kV 及以上电压等级的电力线,应现场实测路径附近的杆高。根据设计要求,应测量路径所跨越的电力线弧垂点的导线高度。

**5.6.5** 对交叉跨越的通信线、架空电缆、架空光缆应在像片上标注其类型、等级、杆型、杆高。

**5.6.6** 对交叉跨越的架空索道、架空水渠等地物应在像片上标注其位置及高度。

**5.6.7** 对交叉跨越的地下电缆、地下光缆和地下管线应在像片上标注其类别及位置。

**5.6.8** 对交叉跨越的公路和铁路应标注名称、通向及跨越点的里程;对交叉跨越的江河应标注名称、通向及流向。

**5.6.9** 对沿线走廊范围内的经济作物和森林应在像片上标出范围、高度。

**5.6.10** 调绘者应在航摄调绘片上签署姓名和日期。

## **5.7 航片扫描**

**5.7.1** 像片扫描分辨率不应小于  $25\mu\text{m}$ 。

**5.7.2** 扫描影像应曝光正确,色调、灰度层次、反差均适中,柱状图良好。光标影像应清晰、齐全。扫描影像的灰度值在 0~255 之

间呈正态分布。

5.7.3 扫描框标影像应清晰,框标应完整。

5.7.4 影像数据的文件格式宜采用 TIF 格式。

## 5.8 空中三角测量

5.8.1 空中三角测量应使用数字摄影测量系统。

5.8.2 空中三角测量加密前宜取得下列资料:

- 1 航摄仪技术数据表及鉴定表;
- 2 航摄技术及质量检查报告;
- 3 底片或影像数据文件;
- 4 像片索引图;
- 5 航带镶嵌图;
- 6 像片控制资料;
- 7 像片调绘资料;
- 8 地形图资料及测区有关的控制成果资料。

5.8.3 对各类资料,应进行检查、分析。应确认能满足内业加密和测图要求时方可使用。

5.8.4 每张像片的加密点的位置宜按图 5.8.4 布设,宜不少于 2 个加密点,上、下排点应均匀分布。其点位的选择应符合下列规定:

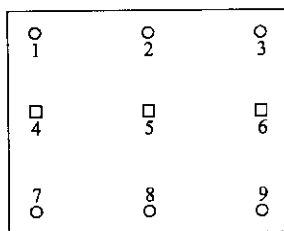


图 5.8.4 加密点点位布置图

□—像主点;○—加密点

1 加密点应选在本片和邻片的影像都清晰、明显,易于量测的目标点上,不应选在阴影和变形过大的地方。

2 点位应位于通过像主点且垂直于方位线的直线上,左右偏离不应大于 1.5cm,上下两点离方位线的距离宜相近;点位偏离标准位置不宜大于 1cm;点与点之间的高差不宜过大。

3 当旁向重叠较小时,应在两航线上分别选点,但其两点至重叠中线的距离之和不应大于 2cm;当旁向重叠较大,所选加密点至方位线的距离小于 2cm 时,则相邻两条航线应分别选点并互相量测。

4 加密点应选在像片控制点连线附近,超出控制连线的垂距不应大于 1cm。

5.8.5 像点量测宜采用自动匹配,手工调整。

5.8.6 像片定向在使用光学摄影仪航摄时应采用解析框标定向,在使用数码摄影仪航摄时应采用角标定向。

5.8.7 应对照外业控制片上的点位略图、点位说明及刺孔位置量测外业控制点。

5.8.8 空中三角测量加密程序应具有数据管理、航带构网、区域网预处理、整体平差、粗差检验和系统误差改正等功能。打印的资料应含起始数据、定向残差和平差成果等。

5.8.9 对像点坐标进行系统误差改正时,可逐点改正,按下列公式计算:

$$x' = x + a_1 + a_2 x + a_3 y \quad (5.8.9-1)$$

$$y' = y + b_1 + b_2 x + b_3 y \quad (5.8.9-2)$$

式中:  $x', y'$ ——摄影仪框标坐标理论值(mm);  
 $x, y$ ——量测片上框标坐标理论值(mm);  
 $a_1, a_2, a_3, b_1, b_2, b_3$ ——变换参数。

5.8.10 相对定向残余上下视差和模型连接较差,应符合表 5.8.10 的规定。

表 5.8.10 相对定向及模型连接限差要求

地形 \ 项目	残余上下视差 $\Delta q(\text{mm})$		模型连接较差(m)	
	标准点	检查点	平面 $\Delta s$	高程 $\Delta z$
平丘	0.005	0.008	$0.06M \times 10^{-3}$	$0.04 \frac{Mf}{b} \times 10^{-3}$
山地	0.008	0.010		

注:  $\Delta q$ ——残余上下视差(mm);

$\Delta s$ ——平面位置较差(m);

$\Delta z$ ——高程较差(m);

$M$ ——像片比例尺分母;

$f$ ——航摄仪主距(mm);

$b$ ——像片基线长度(mm)。

### 5.8.11 绝对定向应符合表 5.8.11 的规定:

表 5.8.11 绝对定向外业控制点限差要求(m)

项目	定向点残差		多余控制点不符值		相邻航线公共点较差	
	平面	高程	平面	高程	平面	高程
平地	1.0	0.3	1.5	0.4	2.5	0.8
丘陵	1.0	0.5	1.5	0.6	2.5	1.2
山地	1.5	1.0	2.0	2.0	3.0	4.0
高山地	2.0	1.5	3.0	3.0	4.5	6.0

5.8.12 当空中三角测量加密各项限差超限时,应利用各种资料,根据各类误差产生的规律及超限误差的大小和方向,对相对定向和绝对定向的计算成果进行认真分析并进行处理。

5.8.13 加密点的中误差应按照下列公式计算。

$$m_{\text{控}} = \pm \sqrt{\frac{[\Delta\Delta]}{2n}} \quad (5.8.13-1)$$

$$m_{\text{公}} = \pm \sqrt{\frac{[dd]}{2n}} \quad (5.8.13-2)$$

式中:  $m_{\text{控}}$ ——控制点中误差(m);

$m_{\text{公}}$ ——公共点中误差(m);



$\Delta$ ——多余野外控制点的不符值(m);

$d$ ——相邻航线公共点的较差(m);

$n$ ——评定精度的点数。

## 5.9 建立路径三维数字模型

**5.9.1** 应采用立体观察、影像识别等手段输入调绘资料,确保数据录入判读准确、描绘清楚。主要录入内容应包括外业调绘的电力线、通信线、独立地物、管线及附属设施等地物,形成电子文档。

**5.9.2** 制作数字地面高程模型应符合下列要求:

1 数字地面高程模型应通过影像立体模型配准,进行人机交互编辑,改正自动匹配造成的误差以及植被、建(构)筑物高度。

2 数字地面高程模型格网间距不应小于 10m。

3 航带内 DEM 拼接和航带间的拼接至少应有 2 个格网的重叠带。

4 数据元文件内容应正确、无遗漏。

## 5.10 三维数字模型路径优化

**5.10.1** 正射影像路径图应包括正射影像、等高线、村庄、河流等注记、调绘资料、初步设计路径、GPS 控制点、公里格网等内容。

**5.10.2** 测量应配合设计专业精确调整路径,在可视化的三维环境使用正射影像图、数字地面高程模型优化路径方案。

**5.10.3** 应根据数字地面高程模型生成概略平断面图。

**5.10.4** 优化路径方案应逐基检查塔位地形,量测塔基坡度。

**5.10.5** 优化路径方案应量测线路两侧房屋偏距和面积。

**5.10.6** 路径优化后宜提交下列资料:

1 转角坐标;

2 航测房屋面积图;

3 概略平断面图;

4 路径影像图;

## 5 路径优化报告。

### 5.11 提交的成品资料

#### 5.11.1 初步设计阶段提交的成品资料宜包括以下内容：

- 1 重要交叉跨越平断面图；
- 2 拥挤地段平面图；
- 3 变电所进出线平面图；
- 4 水文断面测量成果；
- 5 GPS 外控成果及路径调绘报告；
- 6 测量技术报告。

## 6 施工图设计阶段测量

### 6.1 一般规定

6.1.1 施工图设计阶段完成测量成品资料应满足施工图设计任务要求,实地测设的桩位应满足施工放样的要求。

6.1.2 施工图设计阶段测量可分为选线、定线、桩间距离和高差、平断面测量、定位及检验测量等多道工序,在条件不复杂的环境下,可合并工序。采用 GPS 直接定位应满足成品资料精度和可靠性的要求。

6.1.3 平断面图为测量的主线图件,房屋分分图、塔基断面图和塔位地形图等为分部放大图件,反应相同内容的数据应一致。带状平面图反应的树高值应与断面上的树高线相一致。

6.1.4 测量交叉跨越点相对邻近直线桩高程误差限差不应大于 0.3m,断面点、风偏点相对相近直线桩高程误差限差不应大于 0.5m。平断面图上档距、桩距、累距注记精确至米,直线桩、塔位桩、水位高程、交叉跨越点注记高程精确至 0.1m。

6.1.5 RTK GPS 测量同步观测卫星数不应少于 5 颗,显示的坐标和高程允许偏差应小于  $\pm 30\text{mm}$ ,当显示的偏距小于  $\pm 15\text{mm}$  时,即可确定直线桩、塔位桩,并应记录实测的数据、桩号和仪器高。

6.1.6 同一直线段内的直线桩、塔位桩宜采用同一基准站进行 RTK GPS 放样。当更换基准站时,应对上一基准站放样的直线桩或塔位桩进行重复测量。两次测量的坐标较差应不大于 7cm,高程较差应不大于 10cm。

### 6.2 选线测量

6.2.1 选线测量应符合以下规定:

1 测量应配合设计人员根据批准的初步设计路径方案,实地落实确定的路径,选定路径转角位置,获取转角值。

2 当线路跨越一级、二级通信线、光缆及地下通信电缆且交叉角小于或接近设计限值时,应用仪器测定线路与交叉跨越物相对位置关系,获取交叉角值。

6.2.2 选线所使用的全站仪或经纬仪测角精度不应低于 DJ6 等级要求,全站仪测距精度不应低于Ⅲ类测距仪要求。

6.2.3 全站仪或经纬仪选线应采用距离分中法或角度分中法。当采用电子经纬仪不能倒镜时,应逆时针加测水平角半测回。直接定线后,应检测水平角半测回,并作记录,其角度允许偏差范围 $\pm 1'$ 。

6.2.4 采用全站仪或经纬仪选线时,转角前后应设置引线桩。转角至前后的引线桩距离不宜小于 400m。

6.2.5 采用全站仪或经纬仪选线应适时给定线或定位提供标注了选定的转角桩、引线桩位置后的路径图,提供转角桩转角度值。

6.2.6 当已采用数字摄影测量系统室内选定路径,有转角坐标成果和正射影像图时,选线时应采用 GPS 现场落实路径方法。

6.2.7 GPS 落实路径首先应选择符合精度要求、桩位可靠的 GPS 外控阶段的 GPS 控制点的坐标和高程作为起始数据。

6.2.8 测量应配合设计人员对转角间影响线路的地形、地物,使用 GPS 进行坐标测量,实地调整转角位置。

6.2.9 转角位置确定后,宜埋设固定标桩。使用 GPS 实时动态或快速静态模式测量转角坐标和高程。坐标精度中误差不应大于 5cm、高程精度中误差不应大于 7cm。

6.2.10 当后续定线测量工作采用全站仪施测,转角附近应设置方位桩,方位桩和转角桩间应通视良好,桩间距离不宜小于 80m。使用 GPS 实时动态或快速静态模式测量方位桩坐标和高程。

6.2.11 GPS 落实路径选线为给定线测量、定位测量提供标注了选定转角位置后的正射影像图,提供测定的参考站、转角桩、方位

桩坐标和高程值。

### 6.3 定线测量

6.3.1 定线测量应符合下列基本技术要求：

1 定线测量的方法可采用全站仪或经纬仪直接定线、全站仪间接定线、GPS 结合全站仪定线、RTKGPS 定线。

2 当采用全站仪定线与 GPS 定线交替时，应用 GPS 分别测定交接两头 2 个全站仪定线的直线桩或转角桩。

3 直线桩应埋设在便于桩间距离测量、高差测量、平断面测量、交叉跨越测量及定位、检验测量，并能长期保存处。桩间距离不宜大于 500m，当山区出现大档距地形条件受限制时，直线桩间距不应大于档距。

4 直线桩、转角桩应分别按顺序编号，严禁重号。固定标桩的埋设，可根据工程具体情况确定。测量标桩规格及埋设尺寸应符合本规范附录 D 的规定。

5 GPS 测量布设直线桩应满足平断面测量、交叉跨越测量及定位检验测量的需要，应保证至少与一个相邻直线桩通视。

6.3.2 定线测量可采用全站仪或经纬仪距离分中法或角度分中法直接定线。距离分中法的前视点应取经纬仪正倒镜不同位置的中点。角度分中法的前视点，应取经纬仪正倒镜两水平角的平分点。当采用电子经纬仪不能倒镜时，应加测水平角半测回。

6.3.3 当利用选线阶段 GPS 测量的转角点、方位桩坐标反算方位角进行定线测量，应符合下列规定：

1 根据始端转角桩及方位桩和末端转角桩 3 个桩点的 GPS 坐标反算始端转角桩至方位桩的方位角和该转角段直线的方位角，并依此为准视线方向采用全站仪（经纬仪）进行定线测量；

2 量取末端 GPS 转角桩点与标定直线之间的横向偏距值  $\Delta d$  应符合下列规定：

1) 当  $\Delta d$  小于或等于 0.1m 时，可调整就近 1 个或 2 个直

线桩的横向位置,在满足  $180^{\circ} \pm 1'$  前提下,使直线附合到 GPS 转角桩点上。

- 2) 当  $\Delta d$  大于 0.1m 时,应以定线测量所标定的新转角为准,并根据原转角及其辅助桩测定新转角点的坐标。

**6.3.4** 直接定线可采用逐站观测或跳站观测。当采用跳站观测时,其最远点与测站间距离,平地不宜大于 800m,山区不宜大于 1200m。所加直线桩桩间距离宜均匀。

**6.3.5** 直接定线测量精度应符合表 6.3.5 的规定。

**表 6.3.5 直接定线测量精度**

仪器对中误差 (mm)	水平气泡偏移 (格)	正倒镜前视点两次点位 每百米之差(m)
$\leq 3$	$\leq 1$	$\leq 0.06$

**6.3.6** 直接定线时照准的前、后视目标必须立直,宜瞄准目标的下部。当照准目标在平地 100m 以内无遮挡物时,应以细小标志指在桩钉位置。当照准目标距离小于 40m 时,应照准桩子的点位或细直目标的下部。

**6.3.7** 直接定线测量转角水平角技术要求应符合表 6.3.7 的规定。

**表 6.3.7 转角桩水平角测量精度**

仪器型号	观测方法	测回数	2C 互差	读数	成果取值
DJ6	方向法	1	$1'$	$6''$	$1'$
DJ2	方向法	1	$18''$	$1''$	$1'$

**6.3.8** 当遇障碍物且地形较平坦时,可布设矩形、等腰三角形,采用全站仪或钢尺量距结合经纬仪间接定线。测角、量距技术要求应符合表 6.3.8-1、表 6.3.8-2 的规定。

表 6.3.8-1 间接定线测角技术要求

仪器型号	观测方法	测回数	2C 互差	读数	成果取值
DJ2	全圆方向法	1	18"	1"	1"

表 6.3.8-2 间接定线量距技术要求

仪器型号	仪器对中允许偏差 (mm)	水平度盘气泡允许偏差格	点位设置		光电测距仪测距			钢尺量距		
			方法	限差 (mm)	方法	垂直于路径长度最短距离 (m)	对向观测较差相对误差	方法	垂直于路径长度 (m)	往返丈量较差相对误差
DJ2	≤3	≤1	正倒镜两次点位取中	两次点位每 10m 之差 < 3	对向观测各一测回	≥20	≤ 1/4000	往返丈量	20~80	≤ 1/2000

注:1 作任意形状导线时,边长宜均匀;

2 当测距边小于 20m 或大于 80m 时,应提高测量精度;

3 距离读至毫米,计算至毫米。

### 6.3.9 导线法间接定线测量,应符合下列规定:

1 导线法间接定线中的距离测量应使用不低于 II 类光电测距仪器,对向观测各一测回,边长相对中误差不低于 1/14000。

2 导线的水平角测量应使用不低于 DJ2 等级仪器,应观测左、右角各一测回,并取平均值。圆周角闭合差不应大于  $\pm 20''$ ,测角中误差不应大于  $\pm 10''$ 。

3 导线的坐标系,宜以起始端直线桩点为原点,起始边方向,即路径直线方向为  $x$  轴方向,过原点垂直于路径直线为  $y$  轴方向。

4 现场应实时计算出导线点坐标及方位角,角度取位至秒;边长、坐标取位至毫米。

5 末端两个直线桩点的标定,应采用放样和定测两步骤进行。放样之后进行定测的计算结果,其回归至直线上横向偏距值应小于 5mm。

6 中间的导线点不宜超过 5 个,导线长度不宜超过 2km。

7 导线法间接定线中的高差测量应采用光电测距三角高程

测量,测量精度应符合本规范表 6.5.6-1 中二级光电测距三角高程测量的要求。

**6.3.10** 可采用 RTK GPS 方法进行定线测量,直线定线依据为实地选定转角的实测坐标,直线定线前应校核转角坐标数据,校核坐标较差不应大于 7cm,高程较差不应大于 10cm。

**6.3.11** 采用 RTK GPS 测定直线桩时,直线桩可预先在图上布设,每个直线桩宜至少有一个方向通视,直线桩间距不宜小于 100m,山区可根据地形条件适当放宽。

**6.3.12** 采用 RTK GPS 测定直线桩时,用一台 GPS 作基准点,配一台或多台 GPS 作流动站进行作业,宜采用双频接收机。直线桩平面与高程精度应符合本规范第 3.1.5 条的规定。流动站作业应符合本规范第 6.1.5 条的规定。

## **6.4 桩间距离和高差测量**

**6.4.1** 桩间距离和高差测量可与定线测量合并工序同时开展。可采用光电测距仪和 GPS 两种方法进行桩间距离和高差测量。

**6.4.2** 采用光电测距仪测量桩间距离和高差时,宜进行对向观测各一测回,或变换觇标高或变换仪器高同向观测两测回。测距应符合下列要求:

1 每测站应绘桩位关系草图。

2 对向观测时应各一测回。每测回测量两次数据。每个数据应做好仪器自动记录或手工记录,读、记应及时校核。

3 同向观测时应施测两测回,每测回两次测量数据,作业要求与对向观测相同,但第二测回应变动棱镜高或仪器高。

4 两测回距离较差的相对误差应小于  $1/1000$ 。超限时,应补测一测回,选用其中合格的两测回成果,否则应重新施测两测回。

**6.4.3** 光电测距应符合下列规定:

1 应执行仪器使用说明书的规定和操作步骤。

2 测距时宜暂停对讲机通话。



3 架设仪器后,测站、镜站不得离人。

4 当两镜站处于同一视准线高度时,应测定一站后,再安置另一站的棱镜,不得将棱镜同时对准测距仪。

5 严禁将照准头对向太阳。

6.4.4 高差测量应与测距同时进行。高差测量应采用三角高程测量两测回。两测回的高差较差不应大于  $0.4S(m)$ ,  $S$  为测距边长,以 km 计,小于 0.1km 时按 0.1km 计。仪器高和棱镜高均量至厘米,高差计算至厘米,成果采用两测回高差的中数,取至分米。

6.4.5 当距离超过 400m 时,高差应按下列公式进行地球曲率和大气折光差改正。

$$r = (1 - K) / 2R \cdot S^2 \quad (6.4.5)$$

式中:  $R$ ——地球平均曲率半径(m);

$S$ ——边长(m);

$K$ ——大气折光差系数。

6.4.6 当高差较差超限时,应补测垂直角测回数,选用其中两测回合格的成果。

6.4.7 当采用 GPS 测量桩间高差时,流动站离基准站距离不应超过 8km,并应进行桩间高差检验。

## 6.5 平面及高程联系测量

6.5.1 线路接近或经过规划区、工矿区、军事设施区、收发信号台及文物保护区等地段,当协议要求取得统一的平面坐标系时,应进行平面坐标联系测量。

6.5.2 平面联系测量中,转角塔中心点位中误差的精度限差不应大于协议区用图图面的 0.6mm。

6.5.3 进出变电所或电厂的线路起讫点应采用与变电所或电厂相一致的坐标系统放样。定位测量后的坐标应转换为与线路工程相一致的坐标系统。

6.5.4 线路通过河流、湖泊、水库、河网地段及水淹区域,应根据

水文专业的需要进行洪痕点及洪水位高程的联系测量。

**6.5.5** 高程联系测量的路线长度在 0~5km 范围应采用不低于二级光电测距三角高程测量进行高程联系测量;高程联系测量的路线长度在 5km~10km 范围应采用不低于一级光电测距三角高程测量或图根水准测量进行高程联系测量;高程联系测量的路线长度大于 10km 时,应采用四等水准测量或四等光电测距三角高程测量进行高程联系测量。

**6.5.6** 一级、二级光电测距三角高程测量的仪器高和照准目标高量测精度不应大于 5mm。垂直角计算至秒,高程计算至毫米,成果取中数,取位至厘米。计算高差时应进行地球曲率和大气折光差改正。一级、二级光电测距三角高程测量精度要求应符合表 6.5.6-1 的规定。图根水准测量技术要求应符合表 6.5.6-2 的规定。

表 6.5.6-1 光电测距三角高程测量精度要求

等级	仪器型号	测回数	指标差较差 (")	垂直角测回较差 (")	对向观测高差较差 (m)	附和或 环形闭合差 (m)
一级	DJ2	中丝法 2	±15	±15	±0.2S	±0.07√n
二级	DJ2	中丝法 1	—	±30	±0.4S	±0.1√n
	DJ6	中丝法 2	±30			

注:S—测距边长(km);n—测距边条数。

表 6.5.6-2 图根水准测量精度要求

每千米高差 中误差 (mm)	附和路线 长度 (km)	水准仪 型号	水准尺	观测 次数	往返测较差(mm)	
					平地	山地
±20	≤10	S10	普通	往返 各一次	±40√S	±12√n

注:S—路线长度(km);n—测站个数。

**6.5.7** 四等光电测距三角高程测量的仪器高和照准目标高量测精度不应大于 1mm,垂直角计算至秒,高程计算至毫米,成果取中数,取位至毫米。计算高差时应进行地球曲率和大气折光差改正。

四等光电测距三角高程测量主要技术要求应符合表 6.5.7-1 和表 6.5.7-2 的规定。四等水准测量主要技术要求应符合表 6.5.7-3 和表 6.5.7-4 的规定。

表 6.5.7-1 四等光电测距三角高程测量精度要求

等级	每千米高差全中误差 (mm)	边长 (km)	对向观测高差较差 (mm)	附和或环形闭合差 (mm)
四等	10	$\leq 1$	$40\sqrt{S}$	$20\sqrt{\sum S}$

注: S—测距边长(km)。

表 6.5.7-2 四等光电测距三角高程测量精度要求

垂直角观测				边长测量	
仪器 型号	测回数	指标差较差(")	测回较差(")	仪器精度	观测次数
DJ2 级	3	$\leq 7''$	$\leq 7''$	不低于 II 类	往返各一次

表 6.5.7-3 四等水准测量精度要求

等级	每千米 高差全 中误差 (mm)	路线 长度 (km)	水准尺	观测次数		往返较差、附和或 环线闭合差	
				与已知 点联测	附和或 环线	平地 (mm)	山地 (mm)
四等	10	$\leq 20$	双面	往返各一次	往一次	$\pm 20\sqrt{S}$	$\pm 6\sqrt{n}$

注: S—路线长度(km); n—测站个数。

表 6.5.7-4 四等水准观测精度要求

水准仪 型号	视线 长度 (m)	前后视 较差 (m)	前后视 累积差 (m)	视线离 地面最 低度(m)	黑、红面 读数较差 (mm)	黑、红面 所测高差 较差(mm)
DS3	100	5	10	0.2	3.0	5.0

## 6.6 平面及断面测量

6.6.1 当设计需要时,应搜集或施测线路的进出变电所相对位置的平面图。当需要测绘变电站或发电厂进出线平面图时,成图比例尺可为 1:1000 或 1:2000。进出线平面图与变电站或发电厂应采用同一坐标系统。变电站或发电厂进出线平面图图式见

## 附录 C.

**6.6.2** 平面及断面测量前应有所测断面的转角资料、设计专业要求施测的线路中心至边线间距离、平面测量宽度、最大风偏距离、成图比例尺等相关基础资料。

**6.6.3** 平断面测量,直线路径应以后视方向为  $0^\circ$ 、前视方向为  $180^\circ$ 。当在转角桩设站测量前视方向断面点时,应将水平度盘置于  $180^\circ$ ,对准前视桩方向,前后视断面点施测范围,应以转角角平分线为分界线。

**6.6.4** 平断面图从变电所起始或终止时,应注记构架中心地面高程,并根据设计需要,施测并注明已有导线悬挂点横担高程。

分段测量时,相邻两段均应在图纸上注明接合处桩位的相对高程值并加以说明。

**6.6.5** 平断面测量可采用全站仪、GPS 或航测方法进行。

**6.6.6** 采用全站仪进行平面及断面测量时应符合下列要求:

1 平面及断面测量应选用 DJ6 级或 DJ6 级以上全站仪进行,仪器垂直度盘的指标差不应超过  $1'$ ,光电测距的棱镜常数应做改正。

2 施测平断面应现场绘制草图。

3 断面点宜就近桩位观测。测量地物点时,测距长度不宜大于 800m,测量地形点时,测距长度不宜大于 1000m,否则应正倒镜观测一测回,其距离较差的相对误差不应大于  $1/500$ ,垂直角较差不应大于  $1'$ ,成果取中数。

4 当桩间距离较大或地形、地物条件复杂时,应加设临时测站。采用全站仪加设临时测站应同向观测两测回或对向各观测一测回,距离较差相对误差不应大于  $1/1000$ ,高差较差限差为 0.3m。

**6.6.7** 采用 RTK GPS 进行平面及断面测量时应符合下列要求:

1 RTK GPS 仪器精度不应低于 5cm。

2 利用 RTK GPS 进行平断面测量时,应现场绘制草图。

3 RTK GPS 原始三维坐标数据中宜保留平面、高程精度指标。

**6.6.8** 采用航测方法测绘平面及断面应符合下列要求:

1 进行平面及断面测量前应有空三加密平差计算数据,像片参数数据等相关资料,测绘断面时应以现场落实路径后转角坐标值作为直线断面的起止点数据依据。

2 应正确设置相机参数、图幅参数、边线距离并保证转角坐标导入或输入正确。

3 采集断面数据可采用自动扫描方式或手动方式。对于平丘地区宜采用自动扫描方式。自动扫描时,应人工跟踪立体。扫描步距宜为实地距离 5m~10m;行距为边线至中线的垂距,行数为中线和左、右边线。对于山地宜采用手动方式。

4 断面编辑宜采用在线编辑,提交的数据文件和图形文件应保持一致。图面修饰、文字注记和图幅接边等宜采用离线编辑。

5 一个直线段内不应更换作业员。

6 格式转换应保证信息不丢失。

**6.6.9** 对线路中心线两侧规定范围内有影响的建构筑物、道路、管线、河流、水库、水塘、水沟、渠道、坟地、悬岩、陡壁等应用仪器实测并绘于平面图上。

**6.6.10** 线路通过林区、果园、苗圃、农作物及经济作物区时应实测其边界和树高,并在平面图和断面图上表示出来。

**6.6.11** 线路平行接近通信线、地下光缆时应按设计要求实测或调绘其相对位置,成图比例尺宜为 1:1000 或 1:2000。平行接近线路相对位置平面图样图见本规范附录 E。

**6.6.12** 选测的断面点应能真实地反映地形变化和地貌特征。断面点的间距,平地不宜大于 50m,独立山头不得少于 3 个断面点。在导线对地距离可能有危险影响的地段,断面点应适当加密。对山谷、深沟等不影响导线对地距离安全之处可不测,图面作中断处理。

**6.6.13** 当遇边线外高宽比为 1:3 以上边坡时,应测绘风偏横断面图或风偏点。风偏横断面图的水平与垂直比例尺应相同,可采用 1:500 或 1:1000,宜以中心断面为起画基点。当中心断面点

处于深凹处不需测绘时,可以边线断面为起画基点。当路径与山脊斜交时应选测两个以上的风偏点。

**6.6.14** 当两边导线之间有高出中心断面和边线 0.5m 的地形地物时应施测并标于图上。

**6.6.15** 当边线地形比中心断面高出 0.5m 时,应加测边线断面,施测位置应按设计人员确定的边线间距而定,路径通过缓坡、梯田、沟渠、堤坝时应选测有影响的边线断面点。

**6.6.16** 根据设计需要,当线路路径经过拥挤地段时,可测绘比例尺为 1:1000 或 1:2000 的平面图。拥挤地段平面图样图见本规范附录 A。

**6.6.17** 线路平断面图的比例尺,宜采用水平 1:5000、垂直 1:500。输电线路平断面图样图应符合本规范附录 F 的规定。

**6.6.18** 绘制平断面图,应根据现场所测数据和草图,按本规范附录 G 的规定准确真实地表示地物、地形特征点的位置和高程。图面应清晰、美观。

**6.6.19** 航测平断面图编辑时应利用现场实测的直线桩桩间距离,转角桩、直线桩桩位高程及交叉跨越测量成果资料修正编辑航测平断面图,将调绘信息全面转绘到平断面图上。

## **6.7 交叉跨越测量**

**6.7.1** 交叉跨越点相对于邻近直线桩测量允许偏差为:高程误差限差不应大于 0.3m,距离相对误差为 1/200。

**6.7.2** 交叉跨越测量可采用全站仪、GPS 及直接丈量等方法测定距离和高差。

**6.7.3** 对于一级、二级通信线、10kV 及以上的电力线、有危险影响的建构筑物,应就近桩位观测一测回。

**6.7.4** 线路交叉跨越 10kV 以下等级电力线和弱电线路时应测量中线交叉点线高。中线或边线跨越电杆时,应施测杆顶高程。当已有电力线左右杆不等高时,还应施测有影响侧边线交叉点的

线高及风偏点的线高,注明其电压等级、杆型及通向。对重要的一级、二级通信线,应标注交叉角,图面应注记锐角值。

**6.7.5** 线路从已有超高压及双地线高压电力线上方交叉跨越,除应测量本工程线路中线与被跨越地线两个交叉点的线高外,还应测量本工程线路两侧边线处被跨越地线的高度及有影响侧风偏点的地线高。应注明其电压等级、两侧杆塔号及通向。当需要进行低电压线反向风偏校验时,应测量被跨越线路的弧垂、挂点等。

**6.7.6** 线路从已有电力线下方交叉穿越,除应测量本工程线路与被穿越线路下导线线高外,还应测量本工程线路两侧边线处被穿越线路下导线线高及有影响侧风偏点的下导线线高。当交叉点与已有电力线塔位距离较近时,应测量塔位及挂线点高。应注明其电压等级、两侧杆塔号及通向。

**6.7.7** 对有影响的平行接近电力线,应测绘其位置、高程和杆高,必要时宜施测 1:1000 或 1:2000 的平行接近线路相对位置平面图。平行接近线路相对位置平面图样图见本规范附录 E。

**6.7.8** 当跨越多条互相交叉的电力线或通信线又不能正确判断哪条受控制影响时,应测绘各交叉跨越的交叉点、线高或杆高等。

**6.7.9** 线路交叉跨越铁路和主要公路时,应测绘交叉点轨顶及路面高程,注明通向和被交叉处的里程。当交叉跨越电气化铁路时,还应测绘机车电力线交叉点线高。

**6.7.10** 线路交叉跨越一般河流、水库和水淹区,应配合水文人员测绘洪水位及积水位高程,并应注明由水文人员提供的水位发生年月日时间以及现实水位施测日期。当在水中立塔时,应根据设计需要,测量塔位附近水下地形图,水下地形图的比例宜为 1:500,测点间距不应大于 10m。

**6.7.11** 对线路中心线平面图范围内的房屋,应测绘屋顶高程及接近线路中心线的距离。对风偏有影响的房屋应予以绘示。在断面上应区分房屋的平顶与尖顶型式,平面上宜注明房屋结构和地名。

**6.7.12** 线路交叉跨越索道、易燃易爆管道、渡槽等建构筑物时,

应测绘中心线交叉点顶部高程。当左右边线交叉点不等高时,应测绘有影响侧交叉点的高程,并注明其名称、材料、通向等。

**6.7.13** 线路交叉跨越光缆、油气管道等地下管线时,应配合设计人员测绘其平面位置、交叉点的交叉角及地面高程,并注明管线名称、交叉点两侧桩号及通向。

**6.7.14** 线路交叉跨越拟建或正在建设的设施时,应根据设计人员现场指定的位置和要求进行测绘或根据设计人员提供的相关资料标注在平断面图上。

**6.7.15** 对重要交叉跨越线路宜施测交叉跨越断面分图和平面分图,图上应注明交叉档两侧塔位高程、地线高、导线悬点高、中线和边线与被跨越导线交叉点高程、交叉点和测量桩相对关系以及被跨越电力线的相对位置、交叉角和档距。交叉跨越断面分图样图见本规范附录 H,交叉跨越平面分图样图见本规范附录 J。

**6.7.16** 含有交叉跨越内容的平断面图样图见本规范附录 F。

## **6.8 定位与检验测量**

**6.8.1** 定位前应向设计取得下列资料:

- 1 预排位成果表;
- 2 具有导线对地安全线的平断面图;
- 3 设计定位手册。

**6.8.2** 定位前和定位中应对照平断面图对沿线的地形、地物巡视检查,发现漏测地形地物或与实地不符时,应进行补测、修测。

**6.8.3** 应对测站桩点的位置及编号进行确认后放样塔位。

**6.8.4** 当现场条件限制不能打塔位桩时,应实测和提供塔位的累距和高程,宜在塔位附近直线方向可保存处测设副桩。

**6.8.5** 定位测量可采用全站仪或 GPS 仪器。

**6.8.6** 采用全站仪定位测量应符合下列要求:

- 1 定位测量宜逐基进行。直接定线地段的塔位桩,可用前视法或正倒镜分中法测定,测量应符合本规范第 6.3.5 条和第 6.3.6



条的规定。间接定线地段的塔位桩测量,应符合本规范第 6.3.8 条和第 6.3.9 条的规定。

2 塔位桩间的距离和高差应在就近直线桩测定,测量应符合本规范第 6.4 节的规定。

6.8.7 采用 RTK GPS 测量时应符合下列要求:

1 采用 RTK GPS 方法进行定位测量,直线定线依据定线测量时实测的转角坐标。定位测量前应校核转角坐标数据,校核直线桩或转角桩,坐标较差不应大于 7cm、高程较差不应大于 10cm。

2 当利用 GPS 塔位坐标计算转角角度时,应使用转角桩及转角桩前后的塔位坐标进行计算。转角桩及转角桩前后的塔位坐标应在同一基准站上测量。

6.8.8 检验测量包括的内容和技术要求应符合表 6.8.8 的规定。

表 6.8.8 检验测量内容及技术要求

序号	内 容	方 法	允许较差		
			距离较差 相对误差	高差较差 (m)	角度 较差
1	直线桩间方向、距离、高差	判定桩位未被碰动或未移位可不检测。否则应重新测量	1/500	±0.3	—
2	被交叉跨越物的距离、高差	10kV 及以上电力线半测回检测	1/200	±0.3	
3	危险断面点的距离、高差	在邻近桩半测回检测		平地±0.3,山地、丘陵±0.5	
4	转角桩角度	方向法半测回检测	—	—	±1'30"
5	间接定线的桩间距离、高差	判定桩位未被碰动或移位,可不检测。否则应重新测量	点位横坐标每百米较差 2.5cm	±0.3	—
6	第三个直线塔位桩偏离前两个相邻直线塔位桩延长线的横向距离	采用 RTK GPS 判定耐张段的直线性	±5cm	—	—

## 6.9 塔基断面及塔位地形测量

6.9.1 应根据设计需要测量塔位中心至塔腿基础中心 4 个方向的塔基断面,绘制塔基断面图。塔基断面图宜装订成册,在封面上标明“塔基断面图”。塔基断面成图,纵横比例尺宜为 1:200。塔基断面图样图见本规范附录 K。

6.9.2 660kV、750kV 架空输电线路可根据设计需要测量塔位地形,绘制塔位地形图。塔位地形图宜装订成册,在封面上标明“塔位地形图”。应说明地形图的坐标、高程系统、等高距、测绘时间。塔位地形图成图比例尺宜为 1:200。塔位地形图样图见本规范附录 L。

6.9.3 塔基断面图和塔位地形图的测量可采用全站仪测量或 RTK GPS 测量。

6.9.4 塔基断面图的测量应反映塔腿方向的高程变化,断面点位高程精度限差为 0.3m。测量范围应满足勘测任务书的要求或由设计人员确定。

6.9.5 塔位地形测量应反映塔位的地形地貌,测量排水沟、陡坎、房屋、水塘等重要地物,测量范围应满足勘测任务书的要求或由设计人员确定。地形点位高程精度限差为 0.3m,测点间距不应大于图上 3cm,等高距可为 0.5m 或 1.0m。

6.9.6 塔位地形图应选择塔位独立坐标系统或与线路采用的坐标系统一致,高程系统宜与线路高程系统一致,可采用相对高程。

## 6.10 房屋分布图测量

6.10.1 应对线路中心线两侧的房屋和其他厂、矿建筑物进行测量。房屋测量的范围应根据电压等级和设计需要确定。

6.10.2 测量规定范围内的房屋和其他厂、矿建筑物的长、宽、高测量房屋与线路相对位置、屋顶形式、房屋建筑面积等。

6.10.3 房屋属性调查的范围应满足定位手册对房屋拆迁距离的

要求,房屋调查的内容应包括房屋的建筑材料、屋顶情况、楼层数、用途、属地和户主姓名等信息。房屋调查工作应配合技经专业一起进行。

**6.10.4** 将测量数据和调查数据录入,生成房屋分布图。房屋分布图的成图比例尺宜为 1:1000,房屋分布图应注明每幅图的起点、止点的线路累距、以线路中线为基准的垂直宽度。房屋分布图应注明每间房屋的最小偏距、每层面积和总面积。房屋分布图宜装订成册,在封面上标明“房屋分布图”。房屋分布图样图见本规范附录 M。

**6.10.5** 房屋边界和房顶高程可使用航测方法测量,也可使用 RTK GPS 或全站仪实测,房屋边长可使用丈量法丈量。采用航测方法测量房屋时,应采用现场巡视的方法核对房屋形状、偏距,必要时应使用 RTK GPS 或全站仪进行校测。

**6.10.6** 房屋边长测量精度不应低于  $0.04S$ ,  $S$  为房屋边长,单位为 m。房屋楼层标注到 0.5 层。

## **6.11 塔位坐标测量**

**6.11.1** 业主要求提供塔位空间直角坐标或大地坐标时,应进行塔位坐标专项测量。

**6.11.2** 塔位坐标的平面坐标系宜采用 2000 国家大地坐标系、1980 西安坐标系或 1954 年北京坐标系,也可根据业主要求使用 WGS84 坐标系或地方坐标系。高程系统宜使用国家统一的高程系统,也可使用地方高程系统。坐标系应在塔位坐标成果表中注明。

**6.11.3** 塔位坐标的测量宜与定位测量同步进行,可采用 RTK GPS 或全站仪极坐标法测量。

**6.11.4** RTK GPS 进行塔位坐标测量时,塔位坐标精度应满足直线偏移不大于 5cm,线路方向距离相对误差不大于 1/1000 的要求。

## 6.12 林木分布测量

- 6.12.1 线路跨越林区时,应进行林木分布专项测量。
- 6.12.2 线路跨越林木时,应测量其边界并注明名称、种类、密度、现时胸径、现时生长高度等。
- 6.12.3 林木边界和树高断面线宜采用航测方法测量,树高应使用全站仪校测。
- 6.12.4 林木名称、种类、密度、现时平均胸径、现时生长高度和范围等信息应现场调查和测量,调查方法可使用抽样调查取平均的方法。将调查和测量的数据标注在平断面图上。
- 6.12.5 林木的密度单位可为“棵/ $\text{m}^2$ ”,现时生长高度可用  $H$  表示,单位为“m”;胸径可用  $D$  表示,单位为“cm”。

## 6.13 接地极极址测量

- 6.13.1 接地极极址测量宜包括平面和高程控制测量、陆域和水域地形测量、勘探点线测量、极环平断面图测量等内容。
- 6.13.2 极址测量宜采用全国统一的平面坐标和高程系统或当地城市规划坐标和高程系统。
- 6.13.3 首级平面控制精度不应低于一级导线。平面控制测量方法和精度指标应符合现行国家标准《工程测量规范》GB 50026 的有关规定。首级高程控制精度不应低于图根水准或一级光电测距三角高程。高程控制测量方法和精度指标应符合本规范第 6.5.6 条的规定。
- 6.13.4 极址地形图的测量方法和技术要求应符合现行国家标准《工程测量规范》GB 50026 的有关规定。陆域和水域地形图的测量比例尺宜为 1:1000 或 1:2000。
- 6.13.5 极环中心点、电极外环及内环的平断面图起点位置宜实地埋设固定标志并编号,实测其坐标和高程。
- 6.13.6 内、外极环和入地分流电缆敷设路径应实地测量平断面

图,有特殊需要时可测量 1:500 或 1:1000 带状地形图。

**6.13.7** 极环和电缆敷设路径纵断面测量,选测的断面点应能准确反映路径走向上的地形变化和地貌特征,相邻断面点间距不应大于 20m。断面点高程中误差不应大于  $\pm 0.3\text{m}$ 。

**6.13.8** 环形路径按直线形展开绘制极环平断面图,成图比例尺宜采用横向 1:2000、纵向 1:200,其表示方法应符合本规范附录 F 的规定。

**6.13.9** 极址两分塔与环形中心间的平断面图,应分别绘制。

**6.13.10** 工程物探点、勘探点和剖面线的测设,宜从附近控制点采用全站仪极坐标测量或 GPS 定位测量方法测定,实地设置有对应编号测量标志。

**6.13.11** 工程物探点、勘探点和剖面线的高程,宜采用光电测距三角高程测量或 GPS 拟合高程测量方法测定。

**6.13.12** 工程物探点、勘探点和剖面线的平面坐标成果可取位至 0.1m,高程成果可取位至 0.01m。

## **6.14 提交的成品资料**

**6.14.1** 施工图设计阶段测量的成品资料宜包括下列内容:

- 1 测量技术报告;
- 2 平断面图;
- 3 塔基断面图;
- 4 塔位地形图;
- 5 房屋分布图;
- 6 拥挤地段平面图;
- 7 重要交叉跨越分图;
- 8 通信线路危险影响相对位置图;
- 9 塔位坐标成果表;
- 10 水文断面测量成果。

**6.14.2** 施工图设计阶段的测量技术报告宜包括下列内容:

- 1 任务来源及要求;
  - 2 测量范围及测区情况;
  - 3 已有测量资料;
  - 4 技术依据;
  - 5 参加工程人员;
  - 6 使用的仪器设备;
  - 7 完成的工作量;
  - 8 控制测量;
  - 9 选线测量;
  - 10 数字摄影测量;
  - 11 定线、桩间距离、高差、平断面、交叉跨越、坐标高程联系测量;
  - 12 定位及检查测量;
  - 13 塔基断面和塔位地形测量;
  - 14 房屋分布图测量、林木调查测量;
  - 15 采用新技术或用特殊方法解决问题的情况及其效果;
  - 16 提交的成果资料目录;
  - 17 需要说明的其他问题;
  - 18 控制测量成果表、点之记;
  - 19 塔位桩成果表。
- 6.14.3 提交的电子文件应包括:平断面图、塔基断面图、房屋分布图、塔位地形图、交叉跨越分图、塔位坐标成果等内容。
- 6.14.4 提交电子产品转换为设计排位接口数据时应确保数据的全面和准确。

## 7 可行性研究阶段岩土工程勘察

7.0.1 可行性研究阶段岩土工程勘察应为论证拟选线路路径的可行性与适宜性提供所需的岩土工程勘察资料。

7.0.2 可行性研究阶段岩土工程勘察应进行下列主要工作：

1 搜集各路径沿线已有的相关资料，宜包括区域地质、地震地质、矿产、水文地质、工程地质、岩土工程及遥感资料。

2 调查了解沿线地形地貌特征、地层岩性及其分布特征，特殊性岩土和不良地质作用的分布、发育状况及其危害性。

3 调查了解沿线地下水的埋藏条件及腐蚀性。

4 调查了解沿线矿产资源的分布与开采情况。

5 对各路径进行初步的岩土工程评价。

7.0.3 可行性研究阶段岩土工程勘察应符合下列要求：

1 勘察方法以搜集资料为主。

2 在充分研究已有资料的基础上，针对影响拟选线路路径的工程地质条件进行踏勘调查。

3 对拟选线路路径中有特殊性岩土分布的地段，应调查特殊性岩土的分布情况及物理力学特性，并应搜集当地建筑经验。

4 当拟选线路路径存在严重的不良地质作用时，宜建议予以避让。当无法避让时，应针对不良地质作用进行专门调查，提出初步的分析评价与治理建议。

5 论述拟选线路路径的适宜性，并对各路径进行比选分析，提出各路径存在的主要岩土工程问题，提出初步设计阶段岩土工程勘察的工作建议。

6 根据线路路径的具体情况，提出开展地质灾害危险性评估、压覆矿产评估、地震安全性评价和压覆文物评估等工作的建议。

## 8 初步设计阶段岩土工程勘察

**8.0.1** 初步设计阶段岩土工程勘察应为选定线路路径方案、确定重要跨越段及地基基础初步方案提供所需的岩土工程勘察资料,符合初步设计的要求。

**8.0.2** 初步设计阶段岩土工程勘察应进行下列主要工作:

1 搜集标有线路路径各方案的 1:10000 ~ 1:50000 地形图。

2 进一步搜集沿线相关资料,宜包括区域地质、矿产、地震地质、水文地质、工程地质、环境地质和遥感资料,应包括地质灾害危险性评估报告等专题报告。

3 踏勘调查沿线地形地貌特征、地层岩性及其分布特征,特殊性岩土和不良地质作用的分布、发育状况及其危害性。

4 提供沿线设计基本地震加速度、设计特征周期等地震动参数。

5 初步查明沿线矿产资源的分布与开采情况。

6 进一步调查沿线地下水的埋藏条件及对建筑材料的腐蚀性。

7 对路径各方案进行岩土工程分析与评价。

8 根据工程需要,测量线路沿线大地电导率。

**8.0.3** 初步设计阶段岩土工程勘察应符合下列要求:

1 勘察方法以搜集资料结合现场踏勘调查为主,对工程地质条件特别复杂或缺少资料的地段宜布置适量的勘探工作。

2 可采用遥感技术对拟选线路沿线的地质条件进行解译分析,为线路路径方案的优化提供依据。

3 岩土工程分析与评价应包括对沿线地形地貌特征、不良地



质作用的发育状况及其危害性进行初步评价,对沿线重要转角塔位的地质条件进行概述,按水文地质和地质、地貌单元分区段对各路径方案作出具体岩土工程评价和汇总评价。

**8.0.4** 对确定线路路径方案起控制作用的不良地质作用、特殊性岩土、特殊地质条件,应描述其类别、范围、性质,并评价其对工程的危害程度,提出避让或治理措施的建议;当利用本规范第 8.0.3 条所述方法不能满足要求时,应提出进行专项勘察的建议。

## 9 施工图设计阶段岩土工程勘察

### 9.1 一般规定

9.1.1 施工图设计阶段岩土工程勘察应为定线和杆塔定位、并针对具体杆塔的基础设计及其环境整治提供岩土工程勘察资料；为设计、施工提出岩土工程建议。

9.1.2 施工图设计阶段岩土工程勘察应取得以下资料：

1 勘察任务书，内容宜包括杆塔档距、塔高、塔型以及对勘察的特殊要求等；

2 标有路径方案的 1:10000~1:50000 地形图或其他地形资料；

3 设计部门编制的定位手册或有关文件；

4 前期勘察报告、相关的专题研究报告和其他相关资料。

9.1.3 施工图设计阶段岩土工程勘察应包括下列内容：

1 推荐场地稳定或岩土整治相对容易的杆塔位置。

2 查明各塔位的地形地貌、岩土特性、不良地质作用等条件。

3 对影响杆塔地基和基础的特殊性岩土和特殊地质问题进行勘察、分析和评价，对可能造成的环境地质问题分析其危害，并提出相应的治理与处理意见。

4 查明塔位处地下水的类型、埋藏条件，提出地下水位及其变化幅度。

5 评价水、土对建筑材料的腐蚀性。

6 对杆塔基础型式提出建议。

7 对施工和运行中可能出现的岩土工程问题进行预测分析，并提出相应建议。

8 测量杆塔地基岩土的电阻率。

## 9.2 平原与河谷地区勘察

9.2.1 平原与河谷地区勘察应采用工程地质调查,并结合岩土工程勘探逐基进行。

9.2.2 勘探点的布置应根据杆塔场地和地基的复杂程度、塔型及其重要性按下列要求确定:

1 转角塔、耐张塔、终端塔、跨越塔及其他设计有特殊要求的塔位应逐基勘探。

2 位于复杂场地或复杂地基的直线塔和直线转角塔,应逐基勘探。

3 位于复杂场地和复杂地基的杆塔,或者设计有特殊要求的杆塔,每基塔应按塔腿位置布置 2 个~4 个勘探点。

9.2.3 勘探深度应根据塔型及杆塔基础型式、基础尺寸与埋深、荷载情况、塔位工程地质条件等因素综合确定,并应符合下列规定:

1 对于直线塔与直线转角塔,勘探深度应达到基础底面以下 0.5 倍 ~ 1.0 倍的基础宽度,且不应小于 5m。

2 对于转角、耐张、跨越和终端塔,勘探深度应达到基础底面以下 1.0 倍 ~ 1.5 倍的基础宽度,且不应小于 8m。

3 在上述勘探深度内如遇软弱土层或遇可液化的饱和砂土、粉土层,勘探深度应适当加深。

4 在上述勘探深度内如遇基岩或厚层碎石土等稳定的强度高、压缩性低的岩土层,勘探深度可根据具体情况适当减小。

5 对于采用桩基等深基础型式的杆塔,勘探深度应符合国家现行行业标准《建筑桩基技术规范》JGJ 94 的规定。

9.2.4 当塔基位于河床或河谷边缘时,应充分考虑塔基地段的工程地质、水文地质条件,并宜选择在下列部位立塔:

1 河岸平直稳定、河谷狭窄、跨越距离较短;

2 地势较高,不受地下水和地表水影响;

3 塔位地基岩土性质相对较好；

4 当需要在河(湖)中立塔时,塔位宜选在河(湖)心岛或高漫滩,或流速缓、冲刷深度小的部位。

### 9.3 山地丘陵区勘察

9.3.1 山地丘陵区选线勘察应重点对影响塔基稳定的因素进行调查,并宜避开下列地段:

1 未稳定的采空区、崩塌区、沉陷区,计划的矿产开采区、剥离区或矿渣堆积区;

2 溶洞、土洞或人工洞穴发育,并可能影响塔基稳定的地段;

3 深切冲沟的边缘及其向源侵蚀的源头地带;

4 松散堆积的高陡边坡地带;

5 水土流失严重的坡地或高陡狭窄的山脊;

6 滑坡、崩塌、泥石流及其他各种不良地质作用强烈发育地段。

9.3.2 山地丘陵区定位勘察应逐基进行,以工程地质调查为主,当工程地质调查不能满足要求时,应布置适量的勘探工作。

9.3.3 勘探工作应符合下列要求:

1 对基岩裸露的塔位,应查明基岩的岩性、产状、结构构造,并对岩石风化程度与岩体结构进行分类。

2 对基岩埋藏较浅的塔位,可采用钻探、坑探、槽探等方法,查明覆盖层厚度与性质,并查明下伏基岩的岩性、岩石风化程度。

3 对覆盖层较厚且性质较复杂的塔位,应布置适量的勘探与测试工作,查明岩土类别与工程特性;勘探工作量的布置与勘探深度要求应符合本规范第 9.2 节的规定。

## 10 岩土工程勘察方法

### 10.1 工程地质调查

**10.1.1** 工程地质调查包括相关资料搜集、现场调查和调查成果等内容。

**10.1.2** 线路岩土工程勘察的各阶段均应进行工程地质调查。

**10.1.3** 可行性研究阶段工程地质调查应以矿产分布与开采、地质灾害分布为重点,调查的范围应满足线路方案比选的需要。

**10.1.4** 初步设计阶段工程地质调查宜包括下列主要内容:

1 沿线地貌的形态与特征,并划分其单元。

2 沿线岩土层的类别、地质时代、成因类型、物理力学性质、分层结构及其分布与变化规律。

3 沿线滑坡、泥石流、崩塌、岩溶等不良地质作用的分布规律及其对工程建设的影响。

4 沿线植被发育与水土流失情况,当线路通过沙丘地区时,尚应调查沙丘的稳定性和当地治沙、固沙经验;当线路邻近江、河、湖、海时,尚应调查最高洪水位及其淹没的范围,岸边岩土体的冲刷、淘蚀、滩涂淤积及岸边的稳定性与岸坡再造等情况。

5 当线路邻近矿区时,应调查矿区未稳定的采空区、计划的开采区、剥离区或矿渣堆积区与线路的关系。

**10.1.5** 施工图设计阶段工程地质调查应针对塔位开展,宜包括下列主要内容:

1 塔位所在场地的稳定性,是否受不良地质作用及地质灾害的影响。

2 塔位及其附近地表岩土构成,对于基岩裸露的塔位,应描述其岩性、产状、结构构造,并应对岩体风化程度与岩体结构进行

分类。

**10.1.6** 工程地质调查成果宜包括现场素描图、照片、文字说明和其他适用的图表。

## **10.2 遥感解译**

**10.2.1** 岩土工程勘察可采用遥感技术,对拟选线路沿线的工程地质条件进行解译分析,为线路路径的优化和塔位的选择提供依据。

**10.2.2** 遥感解译应与工程地质调查和其他勘察方法密切配合,综合对比分析,以取得可靠的解译成果。

**10.2.3** 遥感解译工作应符合下列要求:

1 遥感解译工作应根据线路所经过地区的具体特点和条件,选择适当遥感数据种类、时相和分辨率。

2 遥感解译的素材应以航片为主、卫片为辅,进行综合解译;航片成图比例尺宜为  $1:5000 \sim 1:20000$ ,卫片成图比例尺宜为  $1:50000 \sim 1:100000$ ;对地质灾害易发的地区,宜选择分辨率高的遥感数据。

3 可行性研究阶段,遥感解译成果应结合区域地质资料和现场调查结果,初步确定线路拟经过地区的地层岩性分布、矿产资源开采现状与地质灾害易发区,必要时提出解译图件和解译报告。

4 初步设计阶段,遥感解译的重点是对塔位稳定影响较大的滑坡、泥石流、崩塌、岩溶等不良地质作用,宜判明其分布位置、规模及发展趋势。

5 对解译成果中的重要工程地质问题应进行现场实地验证,根据现场实地资料补充和修正解译成果。

## **10.3 工程物探**

**10.3.1** 岩土工程勘察可采用工程物探,对拟选线路沿线的工程地质条件进行探查、解译、分析,为线路路径的优化和塔位的选择

提供依据。

**10.3.2 应用工程物探方法时,应具备下列条件:**

- 1 岩土体之间有明显的物理性质差异;
- 2 岩土体具有一定的埋藏深度和规模;
- 3 能抑制干扰,区分有用信号和干扰信号;
- 4 应在有代表性地段进行方法的有效性试验;
- 5 应有足够的有代表性的其他勘探方法进行对比验证。

**10.3.3 工程物探应用范围宜符合表 10.3.3 的规定。**

**表 10.3.3 工程物探应用范围**

探测方法		适用条件	应用范围
地质雷达		地下水位较深,工作区域内铁磁物质较少	探测覆盖层厚度、隐伏构造破碎带、岩溶,划分风化带等
电法	电测深法	场地较平坦,接地条件较好	探测覆盖层厚度、隐伏构造破碎带、滑坡体、岩溶,测量岩土壤电阻率,划分风化带等
	高密度电法		
	自然电场法		
声波法		有钻孔或探井配合	探测覆盖层厚度、软弱夹层、隐伏构造破碎带、滑坡体、岩溶发育状况等
面波法		场地较平坦,无扰动源存在	探测覆盖层厚度、岩溶,划分风化带等

## **10.4 勘探与测试**

**10.4.1** 输电线路岩土工程勘察勘探、取样与原位测试应符合现行国家标准《岩土工程勘察规范》GB 50021 的规定。

**10.4.2** 勘探方法应根据地形地貌、岩土特性和现场工作条件合理选择。

**10.4.3** 原位测试方法应根据岩土特性、设计要求及地区经验合理选择,根据原位测试成果估算岩土参数时应考虑地区经验。

**10.4.4** 室内试验应符合下列要求:

1 岩土试验方法和具体操作应符合现行国家标准《土工试验方法标准》GB/T 50123 和《工程岩体试验方法标准》GB/T 50266 的规定。

2 试验项目和试验方法应根据工程要求和地基岩土体的特性确定。

3 水和土的腐蚀性分析应满足对建筑材料的腐蚀性评价的要求,水和土的腐蚀性评价应符合现行国家标准《岩土工程勘察规范》GB 50021 的规定。



## 11 特殊岩土分布区岩土工程勘察

### 11.1 湿陷性黄土

**11.1.1** 可行性研究阶段勘察应对拟建线路经过地区的湿陷性黄土进行鉴别,调查了解湿陷性黄土的时代、成因和分布特征。

**11.1.2** 初步设计阶段勘察应初步查明拟建线路经过地区湿陷性黄土的时代、成因、分布特征及其工程特性。

**11.1.3** 施工图设计阶段勘察应针对具体的塔位查明下列内容,并结合杆塔的特点和设计要求,对场地、地基作出评价,对地基处理措施提出建议:

- 1 黄土地层的时代、成因;
- 2 湿陷系数、自重湿陷系数和湿陷起始压力;
- 3 场地湿陷类型和地基湿陷等级;
- 4 变形和承载力参数;
- 5 地下水等环境水的变化趋势;
- 6 其他工程地质条件。

**11.1.4** 施工图设计阶段黄土台或黄土塬区的勘察宜以工程地质调查为主要方法。对缺乏岩土资料的地区应布置勘探点,勘探点宜优先考虑探井,同一地貌单元不宜少于2个~3个探井,勘探点的深度、取样要求、测定黄土湿陷性的试验等应符合现行国家标准《湿陷性黄土地区建筑规范》GB 50025的规定。

### 11.2 冻 土

**11.2.1** 可行性研究阶段勘察应对拟建线路经过地区的冻土进行鉴别,调查了解冻土的类型和分布特征。

**11.2.2** 初步设计阶段勘察应初步查明拟建线路经过地区冻土的

类型、分布特征及其工程特性。

### 11.2.3 施工图设计阶段勘察应包括下列内容：

1 查明冻土的类型；对于季节冻土应查明其冻胀性，并搜集沿线多年最大冻结深度资料；对于多年冻土应查明其上限深度、冻土类别、融陷性、季节冻结与季节融化深度及季节融化层土的冻胀性等。

2 对于多年冻土，丘陵和山区应查明多年冻土的分布、地下冰埋藏条件及冻土现象等，其他地区应查明塔基及其附近地下冰埋藏条件、水文地质和地表水情况，并进行冻土的物理力学特性试验。

### 11.2.4 施工图设计阶段冻土区勘探应符合下列要求：

1 对于季节冻土，勘探点的布置和勘探深度宜符合本规范第9.2节的规定。

2 对于多年冻土，转角塔、耐张塔、终端塔、跨越塔等重要塔位以及冻土工程地质条件复杂的塔位，应逐基勘探、原位测试、定位观测，勘探深度除应符合本规范第9.2节的规定外，尚应超过冻融深度。

### 11.2.5 施工图设计阶段冻土的岩土工程评价应符合下列要求：

1 多年冻土的地基承载力，应区别保持冻结地基和容许融化地基，结合当地经验用载荷试验或其他原位测试方法综合确定。

2 多年冻土区塔位宜避开饱冰冻土、含土冰层地段和冰锥、冰丘、热融湖、厚层地下冰；融区与多年冻土区之间的过渡带，塔位宜选择坚硬岩层、少冰冻土和多冰冻土地段、地下水位或冻土层上水位低的地段和地形平缓的高地。

3 岩土工程评价应对季节冻土提出标准冻结深度及冻胀类别，对多年冻土论述冻土的工程地质条件、提出冻土地基的利用原则，推荐基础方案和施工时应采取的 necessary 措施。

### 11.2.6 多年冻土的勘察与评价尚应符合现行国家标准《岩土工程勘察规范》GB 50021 和《冻土工程地质勘察规范》GB 50324 的

规定。

### 11.3 软 土

**11.3.1** 可行性研究阶段勘察应对拟建线路经过地区的软土进行鉴别,调查了解软土的时代、成因和分布特征。

**11.3.2** 初步设计阶段勘察应初步查明拟建线路经过地区软土的时代、成因、分布特征及其工程特性。

**11.3.3** 施工图设计阶段勘察应针对具体的塔位,查明软土的成因、类别、分布及其主要物理力学性质,评价软土地基的稳定性和所采用的天然或人工地基的适宜性,为塔基设计、地基处理等提供岩土工程勘察资料。

**11.3.4** 施工图设计阶段勘察应针对具体的塔位进行,并宜进行逐基勘探,可采用静力触探方法,辅以适量的钻探、十字板剪切试验与室内土工试验。

**11.3.5** 施工图设计阶段勘探深度的确定应符合下列要求:

1 当采用浅基础时,转角塔、耐张塔、终端塔、跨越塔的勘探深度不宜小于地基压缩层计算深度,一般直线塔可按本规范第9.2节有关要求适当加深确定。

2 当采用桩基时,勘探深度宜按预估桩端平面以下  $3d \sim 5d$  深度确定。

**11.3.6** 施工图设计阶段岩土工程评价应包括下列内容:

- 1 判断地基产生失稳和不均匀变形的可能性。
- 2 对可能采用桩基的塔位需提出桩基设计参数和持力层的建议。

### 11.4 膨胀岩土

**11.4.1** 膨胀土的判定应符合现行国家标准《膨胀土地区建筑技术规范》GBJ 112 的规定,膨胀土的判定可参照现行国家标准《膨胀土地区建筑技术规范》GBJ 112 的规定。

11.4.2 可行性研究阶段勘察应对拟建线路经过地区的膨胀岩土进行鉴别,调查了解膨胀岩土的时代、成因和分布特征。

11.4.3 初步设计阶段勘察应对拟建线路经过地区的膨胀岩土进行鉴别,并初步查明膨胀岩土的时代、成因和分布特征及其工程特性。

11.4.4 施工图设计阶段勘察应包括下列内容:

- 1 查明塔位所在地膨胀岩土的时代、成因、分布及胀缩特征;
- 2 查明塔位所在地地形和地貌特征;
- 3 查明塔位所在地的地表水排泄与积聚情况;
- 4 查明当地的大气影响深度;
- 5 调查当地建筑经验;
- 6 确定地基的岩土设计参数;
- 7 对塔位所在地的稳定性进行评价;
- 8 提出设计、施工和运行方面的岩土工程建议。

11.4.5 施工图设计阶段勘察应符合下列规定:

- 1 塔位不宜选择在浅层滑坡及其他地表胀缩变形发育地带、易受地表径流影响及地下水位频繁变化地带。
- 2 勘察深度除应超过大气影响深度外,尚应满足基础埋深和附加应力的影响深度的要求。

3 现场试验、膨胀岩土试样的室内试验宜符合现行国家标准《膨胀土地区建筑技术规范》GBJ 112 的规定。

11.4.6 施工图设计阶段岩土工程评价应符合下列要求:

1 杆塔位置的确定,杆塔基础埋深、施工和维护等应符合现行国家标准《膨胀土地区建筑技术规范》GBJ 112 的规定。

2 确定岩土层的承载力、抗剪强度等设计参数时,应考虑膨胀岩土的结构特征、矿物特性、施工和运行影响等因素。

3 当需要进行地基计算时,其计算宜符合现行国家标准《膨胀土地区建筑技术规范》GBJ 112 的规定。

## 11.5 红 黏 土

11.5.1 可行性研究阶段勘察应对拟建线路经过地区的红黏土进行鉴别,调查了解红黏土的成因和分布特征。

11.5.2 初步设计阶段勘察应初步查明拟建线路经过地区红黏土的成因、分布特征及其工程特性。

11.5.3 施工图设计阶段勘察宜包括下列内容:

- 1 查明塔位区红黏土的分布、垂直分带及其岩土工程特性;
- 2 查明土洞、地裂缝等的分布、发育特征;
- 3 查明地表水与地下水特征;
- 4 查明下伏基岩与岩溶发育特征;
- 5 搜集当地勘察、设计与施工经验。

11.5.4 施工图设计阶段勘探与测试应符合下列规定:

1 当压缩层范围内全部为由红黏土组成的均匀地基时,应进行逐基勘探,并宜采取一定数量的原状土试样进行室内试验;当压缩层范围内为由红黏土与岩石共同组成的不均匀地基时,对杆塔的每个塔腿均宜进行勘探,勘探孔或探井应进入基岩一定深度,并宜采取适量的原状土试样进行室内试验。

2 对于不均匀地基、土洞较发育的地基,或者拟采用大直径嵌岩桩的地基,宜进行施工勘察。

11.5.5 施工图设计阶段岩土工程评价应符合下列要求:

1 确定红黏土的地基承载力时,应考虑红黏土的结构和裂隙发育特征等影响因素。

2 当压缩层范围内全部为由红黏土组成的均匀地基时,基础宜浅埋;当地基土体不能满足浅基础对承载力和变形要求时,应进行地基处理或采用桩基。

3 塔基基础埋深应大于大气影响急剧层的深度,当存在地表水或有管沟渗漏可能时应考虑土体干湿循环的影响,在石芽出露的地段应考虑地表水下渗形成的地面变形。

- 4 塔基基础应避免跨越地表裂缝密集带或裂缝深长地段。
- 5 基坑开挖时宜采取保湿措施,边坡应及时维护,防止失水干缩。

## 11.6 填 土

11.6.1 可行性研究阶段勘察应对拟建线路经过地区的填土进行鉴别,调查了解填土的年代、物质组成和分布特征。

11.6.2 初步设计阶段勘察应初步查明拟建线路经过区填土的年代、物质组成、堆填方式、分布特征及其工程特性。

11.6.3 施工图设计阶段勘察应针对具体塔位进行,宜包括下列内容:

- 1 调查填土区原始地表形态,填土的来源、分布、堆积年限及堆积方式。

- 2 查明塔位区填土的厚度、分布、物质组成、颗粒级配及其均匀性、密实度、压缩性和湿陷性。

11.6.4 施工图设计阶段勘探与测试应符合下列要求:

- 1 填土区应进行逐基勘探,填土成分及分布变化较复杂时,宜对杆塔的每个塔腿均进行勘探,勘探深度宜穿透填土层,填土下为软弱土层时勘探点宜适当加深。

- 2 勘探方法应根据填土的种类和性质确定,宜以钻探和井探为主。

- 3 评价填土的均匀性和密实度宜采用触探法,并辅以室内试验。

- 4 填土的压缩性和湿陷性宜采用室内试验确定。

11.6.5 施工图设计阶段岩土工程评价宜符合下列要求:

- 1 阐明填土的成分、厚度和堆积年代,判定地基的均匀性、压缩性和密实度。

- 2 堆积年代较长的素填土、冲填土和由建筑垃圾或性能稳定的工业废料组成的杂填土,当其成分均匀、结构密实时,可推荐作

为天然地基。

3 新近回填尚未稳定的填土、有机物质含量较高的生活垃圾填土、对基础有腐蚀性的工业废料组成的填土和回填于斜坡之上且可能滑动失稳的填土,不宜作为杆塔地基。

4 填土地基承载力应采用原位测试并结合地区经验综合确定。

11.6.6 填土塔基基坑开挖后应进行基坑检验,当填土作为基础持力层时宜进行施工勘察。

## 11.7 风化岩与残积土

11.7.1 岩石风化程度的划分应符合现行国家标准《岩土工程勘察规范》GB 50021 的规定。

11.7.2 可行性研究阶段勘察应对拟建线路经过地区的风化岩和残积土进行鉴别,调查了解其母岩类别、物质组成和分布特征。

11.7.3 初步设计阶段勘察应初步查明拟建线路经过地区风化岩和残积土的类别、物质组成、分布特征及其工程特性。

11.7.4 施工图设计阶段勘察应针对具体塔位进行,应包括下列主要内容:

- 1 母岩地质年代和岩石名称;
- 2 岩石的风化程度;
- 3 岩脉和风化岩中球状风化体或孤石的分布;
- 4 岩石的均匀性、破碎带和软弱夹层的分布;
- 5 地下水赋存条件。

11.7.5 施工图设计阶段勘探应符合下列要求:

1 风化岩和残积土区应逐基勘探,对于孤石、软弱夹层等不良地质体发育、且拟采用嵌岩桩或锚杆基础的杆塔,每基杆塔宜按塔腿位置布置 2 个~4 个勘探点。

2 勘探深度应符合本规范第 9 章的规定。

11.7.6 施工图设计阶段岩土工程评价应符合下列要求:

1 对于厚层残积土可进一步划分为硬塑残积土和可塑残积土,花岗岩残积土也可根据含砾或含砂量划分为黏性土、砂质黏性土和砾质黏性土。

2 风化岩和其残积土的地基承载力及变形模量宜根据当地经验确定,必要时可通过原位测试并结合当地经验综合确定。

3 当在软硬互层或风化程度不同地基上立塔时,应分析不均匀沉降对杆塔的影响。

4 塔基基坑开挖后应及时进行基坑检验,对于易风化的岩类,应建议及时砌筑基础垫层或采取其他措施,防止风化发展。

5 对岩脉和球状风化体或孤石,应分析评价其对地基和基础的影响,并提出相应的建议。

11.7.7 当杆塔基础置于岩脉和球状风化体或孤石分布带内时,宜进行施工勘察。

## 11.8 盐 渍 土

11.8.1 可行性研究阶段勘察应对拟建线路经过地区的盐渍土进行鉴别,调查了解其类型和分布特征。

11.8.2 初步设计阶段勘察应初步查明拟建线路经过地区盐渍土的类型、分布特征及其工程特性。

11.8.3 施工图设计阶段勘察应针对具体塔位进行,除应符合本规范第9章的规定外,尚宜包括以下内容:

- 1 盐渍土的类型、厚度及其分布规律;
- 2 含盐的定性、定量分析及其在岩土中的分布状况;
- 3 地下水和地表水的类型、埋深、水质及其季节性变化;
- 4 盐渍土的物理力学指标;
- 5 盐渍土的溶陷性和溶陷等级的评价;
- 6 盐渍土地基的盐胀性评价;
- 7 盐渍土对基础材料的腐蚀性评价;
- 8 溶蚀洞穴发育程度和分布;



- 9 搜集气象和水文资料;
- 10 调查植物生长状况;
- 11 调查当地建筑经验;
- 12 天然状态和浸水条件下的地基承载力。

#### 11.8.4 施工图设计阶段勘探应符合下列要求:

- 1 勘探点应根据线路的杆塔类型、杆塔所处的地貌单元及盐渍土的分布状况布置,每2基~3基杆塔不宜少于1个勘探点。
- 2 取样勘探点数量不应少于勘探点总数的1/2。
- 3 勘探点深度视盐渍土的厚度、地下水位和杆塔条件确定,宜穿透盐渍土或至地下水位以下2m~3m。
- 4 取样勘探点中应有一定数量的探井。

#### 11.8.5 施工图设计阶段岩土工程评价应重点评价盐渍土的溶陷性、溶陷等级、盐胀性、腐蚀性等。

### 11.9 混 合 土

11.9.1 可行性研究阶段勘察应对拟建线路经过地区的混合土进行鉴别,调查了解其成因类型、物质组成和分布特征。

11.9.2 初步设计阶段勘察应初步查明拟建线路经过地区混合土的成因类型、物质组成、分布特征及其工程特性。

11.9.3 施工图设计阶段勘察应针对具体塔位,查明地形地貌特征,查明混合土的组成、成因类型、均匀性及其变化规律,了解下卧土层或基岩的埋藏条件。

11.9.4 施工图设计阶段勘察应以搜集区域地质资料和工程地质调查为主,必要时可进行井探、钻探、动力触探、物探和颗粒分析等。

#### 11.9.5 施工图设计阶段岩土工程评价应包括下列内容:

- 1 分析判断地基的整体稳定性,对可能产生不稳定的混合土地基,线路应跨越或避开;
- 2 混合土的地基承载力宜根据当地经验确定,边坡容许坡度值可根据现场调查或当地经验确定。

## 12 特殊地质条件岩土工程勘察

### 12.1 岩溶与洞穴

12.1.1 拟建线路经过对线路塔位安全有影响的岩溶强烈发育区时,应进行岩溶专项勘察。

12.1.2 岩溶区勘察宜以资料搜集、工程地质调查为主要方法,必要时布置适量的物探和钻探工作,并应符合下列要求:

1 可行性研究阶段和初步设计阶段勘察应调查了解拟建线路所经地段地表及地下岩溶的发育特征,并对其危害程度和发展趋势做出初步判断,对场地的稳定性和线路通过的适宜性做出初步评价。

2 施工图设计阶段勘察应查明塔基下基岩顶面的起伏、塔基岩体的完整性与风化特征、溶洞与土洞的发育情况,提出基础设计和地基处理、环境整治所需的岩土工程勘察资料。

3 施工过程中宜进行施工勘察。

12.1.3 施工图设计阶段勘探应符合下列规定:

1 当存在红黏土覆盖层时,勘探工作应符合本规范第 11.5 节的规定。

2 勘探深度应至稳定的岩体。

3 当勘探深度内有洞体存在、且可能影响地基稳定时,宜圈定洞体范围。

4 在土洞和塌陷发育地段,宜采用静力触探、轻型动力触探、钻探等方法,详细查明其分布。

5 由物探解释的、可能影响塔基稳定的洞体,宜采用钻探验证。

12.1.4 下列地段不宜设立塔位:

1 溶沟、溶槽、石芽等地表岩溶发育,在塔基范围内表面起伏剧烈且难于处理的地段。

2 浅埋溶洞、土洞及塌陷密集发育地段。

3 地表及地下水的动态变化将导致上覆土层被侵蚀的潜在土洞塌陷发育地段。

**12.1.5** 下列情况可不考虑岩溶对塔位的影响:

1 塔基下溶洞顶板岩体坚硬完整,节理裂隙不发育,且厚度大于洞的跨度。

2 塔基下溶洞充填密实,充填物强度较高,无再次冲蚀的可能。

3 溶洞、溶蚀裂隙的尺寸较小,基础底面大于洞体尺寸,并有足够的支撑长度。

**12.1.6** 岩溶与土洞的岩土工程评价应符合下列要求:

1 对塔基稳定性有影响的溶洞、土洞和地面塌陷,应根据其位置、大小、埋深、充填状态、围岩稳定性和水文地质条件进行分析与评价,评价塔基的稳定性与适宜性。

2 对于无法避开且可能对塔基稳定产生影响的溶洞、土洞,应根据其发育特点提出处理措施的建议。

## **12.2 滑 坡**

**12.2.1** 拟建线路路径上或其附近存在对线路塔位安全有影响的滑坡或有滑坡可能时,应进行滑坡专项勘察。

**12.2.2** 滑坡勘察可在初步设计阶段进行,也可在施工图设计阶段杆塔定位之前进行,应包括下列内容:

1 搜集区域地质、水文气象、地震活动和人类活动等资料;

2 查明滑坡的地形地貌特征、岩土构成、形成条件及发展趋势,确定滑坡边界和最大可能的影响范围,分析滑坡稳定性影响因素;

3 调查树木异常情况,当地民房和工程设施变形情况等;

4 调查地下水、地表水和泉的分布情况；

5 搜集当地滑坡防治的经验。

**12.2.3** 滑坡勘察应采用搜集分析资料、遥感解译、工程地质调查、走访当地政府和居民等多种方法，必要时可进行适量勘探工作。

**12.2.4** 下列地段不宜设立塔位：

1 滑坡发育的地段；

2 在滑坡最大影响范围内的地段；

3 松散堆积层较厚，由于外部改变可能沿下部基岩面产生滑动的地段；

4 由于人类活动可能影响塔位稳定的地段。

**12.2.5** 在滑坡易发地区或斜坡地质条件复杂的地段设立塔位，应适当扩大工程地质调查的范围，综合评价场地的稳定性，必要时应按现行国家标准《岩土工程勘察规范》GB 50021 中有关规定进行勘察。

### **12.3 崩塌与倒石堆**

**12.3.1** 可行性研究阶段和初步设计阶段崩塌与倒石堆区勘察，应通过资料搜集和工程地质调查，对拟建线路经过地区发育的崩塌进行识别，初步调查其分布范围，初步评价对线路的影响，评价线路通过的适宜性。

**12.3.2** 施工图设计阶段崩塌勘察，应调查崩塌的产生条件、规模、类型、影响范围，并评价其发展趋势和对杆塔可能的影响程度。

**12.3.3** 对于规模大、破坏力强的崩塌，在其影响范围内不宜设立塔位。

**12.3.4** 对局部发育的小规模崩塌，应在查明崩塌岩体岩性、风化程度、岩体结构面发育特征的基础上，提出处理措施的建议。

**12.3.5** 施工图设计阶段倒石堆勘察，应通过调查辅以适量的勘探，查明堆积体堆积方式、堆积物组成、堆积物的稳定性。

**12.3.6** 当倒石堆作为杆塔地基时,应分析其稳定性,并对由于杆塔基础施工而影响倒石堆稳定性的程度进行预测。

## **12.4 冲 沟**

**12.4.1** 拟建线路经过冲沟地段时,勘察工作宜以工程地质调查为主,必要时进行勘探。

**12.4.2** 可行性研究阶段和初步设计阶段勘察,应调查了解冲沟的发育特征,初步预测进一步发展的趋势,分析冲沟可能对拟建线路的影响,评价线路通过的适宜性,并提出防护措施的建议。

**12.4.3** 施工图设计阶段勘察应重点查明下列内容:

- 1 冲沟的深度、宽度、沟壁坡度、横断面形态及发育阶段;
- 2 沟壁的岩性特征、风化程度、结构面及坡面产状与组合关系;
- 3 沟壁的水土流失与坍塌滑落情况;
- 4 冲沟内堆积物特征及地表植被发育情况;
- 5 冲沟上游沟坡坡度、松散物质的堆积情况、植被发育状况,判断其是否有发生泥石流的可能;

6 必要时应会同水文专业查明当地的降雨情况、冲沟的汇水面积、水量大小、最高洪水位、水流对沟底的下切侵蚀作用和对沟壁的冲刷程度。

**12.4.4** 发育阶段冲沟的边缘、向源侵蚀冲沟的可能延伸部位和有发生泥石流的冲沟沟口部位不宜设立塔位,当需要立塔时应进行塔位稳定性分析与评价,并采取有效的防护措施。

**12.4.5** 塔位与冲沟沟坡间的距离,应视组成沟坡的岩性、坡度、植被发育情况及冲沟发育阶段而定。对于处于衰老阶段的冲沟,塔位保护范围与距冲沟边缘的安全距离不宜小于 20m。

**12.4.6** 施工图设计阶段冲沟勘察的岩土工程评价应符合下列要求:

- 1 预测冲沟进一步发展的趋势,分析其可能对杆塔基础稳定

性的影响;

2 提出塔位保护范围与冲沟边缘的安全距离;

3 当冲沟发育可能危及塔基的稳定性或塔基附近有地表水流时,提出塔基保护措施的建议。

## 12.5 泥 石 流

12.5.1 拟建线路路径上或其附近存在对线路塔位安全有影响的泥石流时,应进行泥石流专项勘察。

12.5.2 泥石流勘察宜在可行性研究或初步设计阶段进行,应查明泥石流的形成条件、类型、规模、发育阶段和活动规律,并对线路通过的适宜性进行评价,提出跨越或避开泥石流发育地段路径的建议。

12.5.3 泥石流勘察以工程地质调查、遥感解译为主,调查的主要内容包括区域地质、地形地貌和水文气象条件,泥石流分布及活动特征、人类活动和当地防治泥石流的工程经验等。

12.5.4 下列地段不宜设立塔位:

- 1 不稳定的泥石流河谷岸坡;
- 2 泥石流河谷中松散堆积物分布地段;
- 3 泥石流经过地段。

## 12.6 地 震 液 化

12.6.1 对于 50 年期限超越概率 10% 的地震动峰值加速度不小于  $0.10g$  或地震基本烈度大于或等于 7 度地区的跨越塔、终端塔,或者 50 年期限超越概率 10% 的地震动峰值加速度不小于  $0.20g$  或地震基本烈度大于或等于 8 度地区的转角塔,当塔基下分布有饱和砂土和粉土时,应进行地震液化判别。

12.6.2 地震液化判别应符合现行国家标准《建筑抗震设计规范》GB 50011 的规定。

12.6.3 对存在液化土层的塔基,应根据抗震设防等级、地基的液

化等级,结合杆塔具体情况提出处理措施的建议。

## 12.7 采 空 区

**12.7.1** 拟建线路经过规模较大的、尚未稳定的采空区时,宜进行采空区专项勘察。

**12.7.2** 采空区的勘察应查明沿线采空区的分布范围、上覆岩层的稳定性,分析由于矿层开采在未来形成的采空区对线路的影响,评价在采空区立塔的适宜性,提出对采空区、杆塔地基和基础进行处理或变形监测的建议。

**12.7.3** 采空区勘察应以搜资和现场调查为主,必要时辅以适量的勘探工作,宜查明以下内容:

1 地形地貌、地层岩性、地质构造和水文地质条件。

2 矿层的分布、层数、厚度、倾角、埋藏深度、埋藏特征和上覆岩层的厚度和性质。

3 采空区开采的深度、厚度、开采方法、开采时间、顶板管理方法、开采边界、工作面推进方向和速度。

4 地表变形的特征和分布规律,包括地表移动盆地、陷坑、台阶、裂缝逢位置、形状、大小、深度、延伸方向等,及其与采空区、地质构造、开采边界、工作面推进方向等的关系。

5 采空区的塌落、密实程度、空穴和积水等。

6 采空区附近的抽排水情况及对采空区的影响。

7 地基土的物理力学性质。

8 建筑物的类型、结构及其对地表变形的适应程度,当地建筑经验、采空区已有电力线路的运行情况等。

**12.7.4** 采空区线路路径选择宜符合下列规定:

1 应首先考虑避开采空区可能塌陷的地段,选择地表变形已稳定或相对稳定的老采空区、地表破坏不严重或预测地表破坏不严重的地段通过。

2 选择跨越采空区最短或采矿分布稀疏处通过。

3 选择留设矿柱的地段、主巷道上有安全带的地带通过。

**12.7.5 采空区塔位的选择宜符合下列规定：**

1 选择已充分采动，且无重复开采可能的地表移动盆地的中间区。

2 选择地质构造简单，采空区顶板岩体厚度较大、坚硬完整，地表无变形的场地。

3 选择矿区的无矿带或有矿柱的场地。

4 选择地形相对平坦、无临空面、距离冲沟有一定安全距离的场地。

**12.7.6** 对需设立塔位的小窑采空区，应在搜集资料的基础上，重点进行现场调查，必要时辅以工程地质测绘或适量的勘探工作，查清采空区和巷道的分布范围，埋藏深度，开采时间，回填、塌落、支撑情况，地下水条件；查明由采空区引起的陷坑、地表裂缝的分布、规模与采空区和地质构造的关系。塔位距地表裂缝和塌陷区应有一定的安全距离。



## 13 原体试验

### 13.1 一般规定

**13.1.1** 原体试验应主要包括桩基载荷试验与检测、锚杆基础载荷试验、原状土基础载荷试验和复合地基载荷试验等。

**13.1.2** 原体试验应包括下列主要内容：

- 1 原体试验设计；
- 2 试验体施工；
- 3 现场试验与检测；
- 4 原体试验成果报告编制。

**13.1.3** 下列情况宜进行原体试验：

1 跨越塔、终端塔和转角塔拟采用桩基础、锚杆基础或原状土基础，并且缺乏经验、采用经验公式计算不能满足要求。

2 同一工程地质单元或地貌单元，桩基础、锚杆基础或原状土基础较多，并且缺乏经验、采用经验公式计算不能满足要求。

**13.1.4** 原体试验宜在施工图设计阶段勘察之前进行，试验位置应具有代表性，应在充分分析已有勘测资料的基础上确定，必要时应对试验场地进行适量的勘探与测试。

**13.1.5** 进行原体试验设计前应搜集当地建筑经验、技术标准及相关文件。

### 13.2 桩基原体试验

**13.2.1** 桩基原体试验宜包括桩体竖向抗压、抗拔试验和水平试验，钻芯检测、超声波完整性检测，桩身高应变和低应变动力检测。

**13.2.2** 同一条件下进行原体试验的桩数不宜少于 3 根，且不宜少于设计工程桩总桩数的 1%；当工程桩总数小于 50 根时，不宜

少于 2 根。

**13.2.3** 选择竖向静载抗压试验反力装置时,对于大吨位试验宜采用锚桩法、自平衡法,小吨位试验可采用堆载法。

### **13.3 锚杆基础和原状土基础试验**

**13.3.1** 锚杆基础、原状土基础试验主要为抗拔试验,必要时还应包括竖向抗压静载试验和水平试验。

**13.3.2** 对于锚杆基础,同一条件下试验锚杆的数量不应少于 6 根,且不宜少于锚杆总数的 5%;对于原状土基础,同一条件下试验数量不宜少于 3 基,且不宜少于总基础数的 1%。

### **13.4 原体试验成果编制**

**13.4.1** 原体试验成果宜以报告的形式反映。原体试验报告应对所试验的桩型、原状土基础或锚杆基础对试验场地的适应性作出评价,对桩基、原状土基础和锚杆基础的实际效果予以说明,对试验基础的经济性及施工难易程度进行分析。

**13.4.2** 原体试验报告应提供所试验的基桩、原状土基础或锚杆基础的各项试验结果,确定施工工艺,推荐工程基础型式、设计参数等,并对施工参数提出建议。

**13.4.3** 原体试验报告宜包括以下内容:

- 1 工程概况,试验依据、目的、要求及内容,完成的试验工作量等;
- 2 场地岩土工程条件;
- 3 原体试验设计;
- 4 施工工艺、施工机具、施工适宜性及施工质量分析;
- 5 试验检测方法及设备,试验检测结果及其分析与评价;
- 6 结论与建议;
- 7 试验图表和附件。

## 14 基 坑 检 验

**14.0.1** 基坑检验应充分搜集、分析相关的工程地质、水文地质和岩土工程资料、施工资料及设计资料等,并应根据需要与设计、施工紧密配合。

**14.0.2** 下列情况应进行基坑检验:

- 1 基础施工揭露的地质条件与原勘察资料差别较大的塔基;
- 2 场地或地基条件复杂,并且岩土工程勘察报告中明确提出需要进行基坑检验的塔基;
- 3 存在可能影响塔基稳定的不良地质问题的塔基;
- 4 采用岩石锚杆基础的塔基。

**14.0.3** 基坑检验应在基坑开挖后、基础施工前进行。

**14.0.4** 基坑检验应以实地调查鉴定为主,可采用钎探、钻探等方法进行勘探。必要时应进行施工勘察。

## 15 岩土工程勘察成果

### 15.1 一般规定

**15.1.1** 输电线路岩土工程勘察成果宜以岩土工程勘察报告的形式反映。

**15.1.2** 岩土工程勘察报告应在综合分析研究全部勘察资料的基础上,根据任务要求,结合工程特点、勘察阶段和工程地质条件等具体情况进行编制。

**15.1.3** 岩土工程勘察报告所依据的各项原始资料和搜集成果,应进行整理、检查、分析,确认无误后方可使用。

**15.1.4** 岩土工程勘察报告应资料完整、真实准确、图表清晰、结论有据、建议合理,并应有明确的工程针对性。

### 15.2 可行性研究阶段

**15.2.1** 可行性研究阶段岩土工程勘察报告应包括下列主要内容:

- 1 拟建工程概况,勘察工作目的与任务。
- 2 工作过程、勘察方法及完成的工作量。
- 3 各路径沿线的区域地貌特征、区域地质构造、区域稳定性和地震地质概况。
- 4 各路径沿线的主要地基岩土、各类特殊岩土分布、矿产压覆、地下水条件、主要不良地质作用等工程地质条件及环境地质问题。
- 5 各拟选线路路径和大跨越方案、重要转角点的主要优缺点的分析比较。
- 6 路径的初步推荐意见以及后续工作建议。

## 15.3 初步设计阶段

**15.3.1** 初步设计阶段岩土工程勘察报告应包括下列主要内容:

- 1 拟建工程概况,勘察工作目的与任务。
- 2 工作过程、勘察方法及完成的工作量,报告编制所使用的参考资料。
- 3 线路路径各方案沿线的区域地质构造、地震地质背景、地震活动性及区域稳定性。
- 4 线路路径各方案沿线的地形地貌特征、地基主要岩土构成、各类特殊岩土分布、矿产分布与开采、地下水条件、不良地质作用等工程地质条件及环境地质问题。
- 5 分区段对路径各方案作出具体岩土工程评价和汇总评价,提出主要地基基础方案的建议,必要时提出线路避绕或治理措施的建议。
- 6 对路径各方案进行综合比较,推荐岩土工程特性相对较优的路径方案。
- 7 对后续工作提出建议。

## 15.4 施工图设计阶段

**15.4.1** 施工图设计阶段岩土工程勘察报告应对各具体塔位的相关岩土条件进行详细评述,提供完整的地基设计计算、地基处理、不良地质作用的整治与防护等所需的岩土参数,并提供各塔位的工程地质条件明细表。

**15.4.2** 施工图设计阶段岩土工程勘察报告应包括下列主要内容:

- 1 拟建工程概况,勘察工作目的与任务,依据的技术标准;
- 2 勘察方法和实际完成的工作量、工作时间等;
- 3 沿线地形地貌特征、地质构造、地层岩性等;
- 4 沿线不良地质作用;