

- 5 沿线地下水埋藏条件及其对基础和施工的影响；
- 6 土、水对建筑材料的腐蚀性；
- 7 原位测试与土工试验成果分析；
- 8 沿线地震动参数及场地的地震效应；
- 9 沿线主要岩土问题的分析与评价，地基基础方案建议、边坡处理和施工方面的岩土工程建议；
- 10 必要的图表。

15.4.3 施工图设计阶段岩土工程勘察报告应附塔位工程地质条件明细表，其内容宜包括：

- 1 勘探点位置；
- 2 塔位编号；
- 3 塔位处的地形地貌；
- 4 各岩土层地质描述及其主要工程特性指标；
- 5 勘察期间地下水位，预计的最高和最低地下水位；
- 6 不良地质作用及处理建议。

16 可行性研究阶段工程水文勘测

16.1 一般规定

16.1.1 可行性研究阶段工程水文勘测的任务是对线路路径方案的可行性从水文条件角度进行比较,为路径方案选择提供水文资料。

16.1.2 选择路径方案应符合下列要求:

1 跨越河流应选择河床较窄、河岸较顺直和稳定的河段。

2 跨越湖泊、水库、海湾、河口应选择水面较窄,岸滩稳定的地段。

3 跨越通航河流应避开码头和泊船地区。

4 跨越封冻河流应避开易发生冰坝或流冰危害较严重的河段。

5 跨越河流不应选在支流入口处及河流弯曲段,线路路径应避免与一条河流多次交叉跨越。

6 水中立塔应减小对行洪、通航的影响,应选择滩地立塔;若确需在主槽内立塔,塔位应避开主槽在河床内横向摆动较大的河段。

7 海湾水域立塔应避开主航道、急流区、强浪区及海床冲淤变化剧烈区。

8 线路经过分蓄洪区时,塔位应远离分洪口门;跨越河流两岸有堤防时,塔位应避开可能溃决的堤段;避免在可能受溃坝影响的水库下游低洼地段立塔。

9 线路应避免严重内涝区。

16.1.3 可行性研究阶段宜对线路全线进行初步踏勘,对可能受水文条件制约的线路路径段及水文条件复杂的路径段进行重点查

勘,广泛搜集有关水文气象基本资料和水利、航道等规划设计资料,通过初步搜资、调查分析,提供路径选择所需的初步水文成果。

16.2 勘测内容深度与技术要求

16.2.1 可行性研究阶段应搜集以下资料:

1 水利工程图、水系图、地方水利史志及有关流域水文特性资料。

2 水利水电工程和防洪、防涝、防潮工程的现状与规划,以及相应的水库、堤、坝、闸、水泵站、分蓄洪区等工程的基本资料与设计标准。

3 历史最高洪水位、最高内涝水位、最高潮位、防洪控制水位和洪水比降。

4 跨越堤防设计标准、设计洪水位与相应频率;历年溃堤次数与溃堤口门位置、溃堤水位等。

5 通航水域的航道治理工程规划;通航水域现状及规划的航道等级和最高通航水位。

6 结冰河流、海湾与河口历年冰灾情况。

16.2.2 可行性研究阶段水文调查应包括下列内容:

1 跨越河段的河势、控制条件、河床边界条件、水工建筑物、堤防以及历史大洪水等情况。

2 跨越湖泊、水库的两岸地形地貌特征,岸线变化以及水库回水淹没范围、常年平均水位和最高洪水位。

3 跨越海湾、河口地带的自然地理特征,海域开阔程度、岸滩地质地貌、沙洲、汊道情况以及历史最高潮位;在水中立塔时应对波浪及漂浮物情况作初步查访。

4 跨越水域通航状况。

5 水利、交通与其他有关部门对线路工程的意见与要求。

6 分蓄洪区调查的内容应包括分蓄洪区的调度运用程序、范围、分洪口门位置及尺寸、最高分蓄洪水位、持续时间、最大流速、

漂浮物种类和尺寸,分蓄洪区运用时所发生的灾害情况,产生的冲刷坑的大小等情况。

7 内涝积水区调查的内容应包括内涝积水区形成的原因、范围、内涝水位或者水深、持续时间、排涝措施及规划等。

16.2.3 可行性研究阶段水文条件初步分析应符合下列要求:

1 初步估算线路与河流、湖泊、海湾等水体跨越所需的设计水位。

2 初步分析跨越河道、湖泊、海湾等水体的岸滩稳定性,预测未来河床、海岸的演变趋势,确定线路路径方案的可行性。

3 对于可能水中立塔的河段或海域等地段应初步分析线路工程对防洪和通航的影响,调查水域的最大天然冲刷深度。

4 初步分析判断线路是否受溃坝、溃堤的影响,对存在影响的路径段提出调整方案或可能需要采取的工程措施。

5 初步分析线路受大范围内涝积水影响的路径长度、水深和持续时间。

16.3 勘测成果

16.3.1 可行性研究阶段工程水文勘测报告应包括下列内容:

1 工程所在地区的流域水文特性和有关的水利水电以及防洪、防涝、防潮和河道治理工程的规划情况。

2 重要跨越河流或其他水体的最高洪水位或最高内涝水位、最高潮位以及防洪控制水位、通航水域的最高通航水位和冬季平均枯水位。

3 初步描述或分析重要跨越河流河岸、滩地、或湖岸、库岸和海岸的稳定条件。

4 通航水域规划的航道等级和航道整治工程规划。

5 说明是否存在大范围内涝积水影响路径方案的情况。

6 其他影响路径方案的水文条件的描述。

7 水利、交通等行业行政主管部门对线路路径的意见或

建议。

8 从水文条件角度推荐可行的方案。

9 指出路径方案存在的水文问题,并对下阶段水文勘测工作提出建议。

16.3.2 对影响路径方案的水文条件,可提供专项水文调查报告。

17 初步设计阶段工程水文勘测

17.1 一般规定

17.1.1 初步设计阶段工程水文勘测的任务是在可行性研究阶段勘测的基础上,从水文条件角度对各路径方案进行比较,为路径方案优化提供水文资料。

17.1.2 跨越河、海堤防的路径方案应符合防洪法、河道管理条例和当地河道管理部门对塔基与堤脚距离的要求。

17.1.3 线路跨越分蓄洪区,应分析分蓄洪洪水与线路工程的相互影响。

17.1.4 初步设计阶段宜对线路全线进行踏勘,全面搜集有关水文基础资料和水利、航道规划设计、航片等资料;对水文条件复杂的地段应进行现场水文调查和搜资,通过分析计算,提供设计所需的水文成果。对水文条件特别复杂的路径段应开展水文专题工作。

17.2 勘测内容深度与技术要求

17.2.1 初步设计阶段水文资料搜集应符合下列要求:

1 跨越江河应搜集以下资料:

- 1) 跨越河段所在流域的水文特性,水利水电工程、河道整治工程和防洪工程体系的现状与规划,包括防洪标准与防洪最高控制水位等;
- 2) 跨越河段上下游邻近水文站历年最高洪水位、最大流量与相应日期,或各种设计标准的设计洪水位与相应流量以及历年大风期或冬季平均最低水位等;
- 3) 河中立塔应搜集塔位处最大断面平均流速、最大垂线平

均流速、水面最大流速、洪水期最大波浪高、漂浮物种类和流冰尺寸、密度和相应的最大流速及其发生时间；

- 4) 大堤背水面立塔时塔位所在河段防洪堤现状及规划的防洪设计标准、设计洪水位、堤防质量、险工险段和历年溃口情况，堤顶高程、堤面宽和堤身坡度，大堤迎水面台滩地高程、宽度及其稳定程度；堤防管理部门要求的最小对堤脚距离；
 - 5) 通航河流的航道等级、航道宽度、主航道位置、通航净空高度、最高通航水位与航道整治规划；
 - 6) 水中立塔时应搜集跨越河段、海湾的历年河床和海床的地形图、航道图和固定大断面图，有关的河床、海床演变分析报告与总结资料等。
- 2 跨越内涝区、分蓄洪区应搜集以下资料：
- 1) 内涝区自然地理特性、内涝范围与成因、历年最高内涝水位与持续时间、排涝工程的现状与规划，以及最高内涝控制水位与设计标准等；
 - 2) 分蓄洪区自然地理特性、分蓄洪范围与原因、分洪口门位置与尺寸、最高分蓄洪水位、持续时间、最大流速、漂浮物、分蓄洪调度方案、运用情况以及治理规划；
 - 3) 防洪主管部门对分蓄洪区立塔的意见与要求。
- 3 跨越湖泊应搜集以下资料：
- 1) 湖泊自然地理特性、流域水系图、集水面积、形态特征以及历年灾害情况等；
 - 2) 湖泊治理规划、防洪排涝调度方案及相关工程体系的设计标准、最高控制水位、最低控制水位以及防洪排涝工程的运用情况；
 - 3) 历年实测最高湖水位、发生原因及日期、持续时间、最低湖水位、水位面积曲线、水位容积曲线、最大波浪高以及湖堤防洪标准与质量；

4)湖区航运现状与规划的航道等级以及航运路线。

4 跨越水库应搜集以下资料:

1)水利枢纽工程概况、工程等级、综合效益、兴建年代、设计标准与设计洪水位、校核标准与校核洪水位;水库的调节性能、各种控制水位及相应库容;溢洪建筑物的型式、高程和尺寸,泄洪能力、库容曲线与泄洪曲线;水库运行及规划情况;水库存在的主要安全问题等;

2)塔位处库岸岩土性质和稳定程度;

3)库区的回水范围、回水曲线以及淤积对回水位的影响。

5 跨越海湾、河口应搜集以下资料:

1)跨越海域或邻近海域的历年最高潮位、最低潮位、最大波浪高;

2)海岸带与河口区的地形地貌、岩土性质、有关调查研究成果、防洪、防涝和防潮规划设计、相关工程的基本情况和设计标准;

3)水中立塔还应搜集历年水下地形图或海图。

17.2.2 初步设计阶段水文调查应符合下列要求:

1 洪水调查前应对地方志、水利志、防洪手册和流域防洪规划等资料进行搜集和考证。

2 历史洪水调查点的选择宜靠近工程地段的居民区,宜避开河床变迁大或水情变化较复杂的地区。

3 洪水调查应包括以下内容:

1)历史洪水发生次数、发生的具体时间、洪水流态、洪痕具体位置,当时的雨情和灾情,以及河道冲淤情况;

2)对洪痕点进行测量和摄影;

3)对洪痕与洪水重现期进行考证与评估。

4 河道调查范围应以跨越处上游控制性能较好的河段为起点,下至工程地点以下的一段河长。

5 河道调查应包括以下内容:

- 1)河床岩土性质、河道整治工程的型式、质量、兴建年代以及运用效果;
 - 2)跨越河段河势演变的控制条件,岸滩进退、心洲消长、河道兴衰、主流或深泓线摆动的幅度、过程与原因以及大洪水期河床变化情况;
 - 3)通航河流的航道等级、主航道位置、最高通航水位、航道整治工程现状及规划;
 - 4)大堤背水面立塔处邻近防洪堤的堤防质量、险工险段、历年溃口次数、溃口口门大小与具体位置;溃口处冲刷坑的形状、平面尺寸与深度以及土壤类别;大堤迎水面台滩地高程与宽度、岩土性质以及稳定程度;
 - 5)河中立塔应调查洪水期漂浮物种类、数量与大小;特大洪水时河床最大自然冲刷深度;冬季封冻和解冻日期、有无连底冻、冰塞和冰坝;流冰期最大流冰体积、密度及其相应水位与最大流速。
- 6 内涝与分蓄洪区水文调查应包括以下内容:
- 1)内涝区自然地理环境特性,历史最大内涝灾情出现次数、发生日期与成因,历年最高内涝水位与持续时间,以及治涝工程现状及规划、设计标准与运行情况;
 - 2)分蓄洪区的分洪原因、分洪口门位置及尺寸、最高分蓄洪水位、持续时间、最大流速、漂浮物,分蓄洪区的调度规程及运用情况和治理规划。
- 7 湖泊水文调查应包括以下内容:
- 1)湖泊流域集水面积、湖泊平面形态、水面面积以及湖底高程等的变化;
 - 2)湖泊逐年年最高水位、日期、持续时间与灾情;
 - 3)塔位处湖堤或湖岸的高度、坡度、土质以及历年溃堤次数或塌岸情况;
 - 4)通航湖泊的航道等级、航运路线与最高通航水位。

8 水库水文调查应包括以下内容:

- 1) 水利水电枢纽工程防洪标准, 大坝质量、坝型、坝高, 各种设计水位及相应库容, 工程兴建年代与运用情况;
- 2) 塔位处库岸的高度、坡度、岩土性质, 历年库岸崩塌原因、崩塌长度和宽度以及治理方案;
- 3) 水库淹没区立塔应调查洪水期漂浮物种类、数量和大小, 最大浪高; 冬季结冰状况、解冰日期、流冰体积与相应流速;
- 4) 跨越水库下游时, 应调查水库下游的河床演变与地形特征; 水库防洪标准和非常防洪措施, 以及坝下游工业区、居民区的交通状况。

9 海湾、河口水文调查应包括以下内容:

- 1) 历史最高潮位、发生时间、当时的风况及灾害情况;
- 2) 跨越塔位地段的地形地貌、岩土特性, 岸滩类型与历史变化, 以及风浪对岸滩演变的影响;
- 3) 河口段的河床、河湾、汊道和洲滩的历史演变过程、原因与速度;
- 4) 水中或滩地立塔应调查滩地或海床的历史演变情况, 最大波浪高度、发生时间、当时的风况及灾情, 河口段漂浮物的种类、数量与尺寸; 结冰地区封冻起止时间、冰冻情况、流冰时间、流冰最大体积与流冰密度。

17.2.3 初步设计阶段水文分析计算应符合下列要求:

1 采用合理的水文分析论证方法初步分析计算重要跨越水域的各种设计频率的洪水位。

2 初步分析论证重要跨越水域的河床、海床演变现状与趋势。

3 对于重要的水中或滩地立塔, 初步判定有无冲刷影响, 宜估算最大天然冲刷深度。

4 分析线路是否受溃坝、溃堤洪水的影响。

17.3 勘测成果

17.3.1 初步设计阶段工程水文勘测报告应包括下列内容：

1 论述沿线水文基本条件及水利水电规划等对线路路径的影响；提供跨越水域设计洪水位、最高通航水位和要求的通航净空高度；初步分析重要跨越的河床、海床演变现状以及趋势。

2 分析大范围严重内涝区洪水位及持续时间，提供分蓄洪区范围、口门位置及尺寸、最高分洪水位、持续时间及最大流速。

3 分析水库、堤防质量安全性对线路路径是否存在影响。

4 简述防洪评价专题的主要结论。

5 提出水文专业对线路路径方案优化的意见，指出路径方案中存在的主要水文问题，提出相应的处理措施建议，并就下阶段水文工作的重点提出建议。

17.3.2 对于水文条件复杂的路径段，宜提供水文专题论证报告。

18 施工图设计阶段工程水文勘测

18.1 一般规定

18.1.1 施工图设计阶段工程水文勘测的任务是在初步设计阶段水文勘测成果的基础上,通过进一步的水文查勘、资料搜集和分析计算,提供杆塔定位设计所需的各项水文基础资料,从水文条件角度提出对杆塔位置的要求与建议。

18.1.2 确定塔位应符合下列水文条件的要求:

- 1 塔位应避免可能受溃坝、溃堤洪水影响的地段。
- 2 塔位应避免冲沟、岸滩不稳定、有可能发生泥石流的地段。
- 3 塔位离堤防距离应满足河道管理部门的要求,宜远离堤脚。
- 4 水中立塔应选择在流速较小、冲刷较小、稳定性好的洲滩立塔,并减少对行洪、通航的影响。

5 跨越分蓄洪区时,塔位应远离分洪口门,并应考虑分蓄洪水流对塔基的冲刷和抢险船只的航行要求。

18.1.3 施工图设计阶段应对线路全线进行查勘,对水文条件复杂或受水文条件影响较大的塔位应进行重点查勘;对水文条件特别复杂的路径段应开展水文专题工作。

18.2 勘测内容深度与技术要求

18.2.1 施工图设计阶段水文资料补充搜集与调查应符合下列要求:

- 1 跨越江河、湖泊、水库、河口与海湾的水利水电工程、防洪、防涝、防潮工程的规划、防洪标准以及航道规划等在初步设计阶段勘测后的设计条件变化情况。

2 跨越地段的河势、洲滩、海岸、湖岸、库岸等在初步设计阶段勘测后的变化情况。

3 跨越地段新出现的特大洪水及影响情况。

18.2.2 应查勘与分析塔位处各种频率的设计洪水位和最高通航水位,必要时分析最高设计洪水位相应的设计波浪高或出现的最大波浪高;历年或频率为1%的最高内涝水位,常年或频率为20%最高内涝水位及持续时间,流冰时最高水位,冬季冰面高程,历年大风季节平均最低水位或冬季平均最低水位等。

18.2.3 在防洪堤背水侧立塔时,应对大堤质量安全进行分析判断。当大堤标准较低或堤防质量较差,应分析论证溃堤洪水对塔位的冲刷影响。

18.2.4 在水中或河滩立塔时,还应搜集、查勘设计条件下河道断面最大流速及分布、塔位处垂线平均流速,漂浮物的种类、数量与尺寸,流冰尺寸与相应最高水位及最大流速,洲滩的冲淤变化、一次最大天然冲刷深度,河道整治现状以及有关的水利规划资料;分析计算100年一遇最高洪水位下塔基处的最大局部冲刷深度。

18.2.5 当线路在水库下游跨越且塔位处地势较低时,应符合下列要求:

1 搜集水库防洪设计和校核标准、水库的运行方式、设计下泄流量及其相应洪水位和坝下河床的冲刷资料,并对水库的坝体安全进行分析判断。

2 当水库防洪校核标准低于线路工程防洪标准时,必须作溃坝洪水演算。

3 当水库防洪设计标准低于线路工程防洪标准,而校核标准高于线路工程防洪标准时,应根据水库大坝质量和运行方式等实际情况,分析确定是否需要进行溃坝洪水演算。

18.2.6 当线路跨越海湾、河口时,应查勘与搜集历史最高潮位及其发生时间,塔基附近的地形地貌、岸滩类型与历史变化、岩土特

性以及风浪对岸滩演变的影响等。

18.3 勘测成果

18.3.1 施工图设计阶段工程水文勘测报告应包括下列内容：

1 论述沿线各跨越河流、湖泊、内涝区、分蓄洪区、海湾河口等的水文特性，分析洪水对杆塔是否存在影响。提供塔基水文条件一览表，其样式可按本规范附录 N 的规定采用。

2 根据设计要求，提供跨越水体各种频率的设计洪水位分析计算成果。

3 水中或滩地立塔时，应提供塔位处垂线平均流速、最大冲刷深度、漂浮物种类及大小等水文分析计算和调查成果。

4 提供内涝区 100 年一遇最高内涝水位或历史最高内涝水位，5 年一遇最高内涝水位或常年最高内涝水位及持续时间。

5 提供分蓄洪区范围，口门位置及尺寸，最高分蓄洪水位与持续时间。

6 对跨越水域岸滩进行稳定性分析，预测今后 30 年～50 年岸滩演变发展趋势对塔位安全的影响；简述水利堤防管理部门要求的塔位离堤防堤脚的最小距离等。

7 简述防洪评价专题的主要结论。

8 当跨越处防洪堤标准较低或堤防质量较差，应提交溃堤洪水对塔位的冲刷影响成果。

9 线路在水库下游跨越且塔位处地势较低时，分析确定是否需要溃坝洪水演算；如存在溃坝可能，应提交水库溃坝洪水分析计算成果。

10 对存在防洪安全影响的塔位，应提出防护建议。

18.3.2 提供给测绘专业平断面图上的各种设计水位成果的高程系统应转换为与线路平断面图一致的高程系统。

19 水文查勘

19.1 一般规定

19.1.1 架空输电线路工程水文查勘应开展水文调查,无资料地区宜进行水文测验。

19.1.2 水文调查可包括人类活动影响调查、洪涝调查、河床演变调查、冰情及河道流漂浮物调查和特殊地区调查等。

19.1.3 架空输电线路工程的水文测验宜包括水位、流速及流向、泥沙等水文要素。

19.1.4 调查资料应在现场整理,及时编写调查记录,并进行合理性分析检查,如发现问题及时复查。水文条件复杂地区的现场查勘应由至少2名水文技术人员共同进行。

19.1.5 水文测验宜符合现行国家标准《河流流量测验规范》GB 50179和《水位观测标准》GB/T 50138的规定。

19.2 人类活动影响调查

19.2.1 调查沿线有关河流上的水利水电或航道治理工程及其规划对塔位的可能影响。

19.2.2 调查沿线重要水工建筑物的工程技术特性,宜包括以下内容:

- 1 水工建筑物的型式、功能、修建年份、规模和主要技术指标;
- 2 水工建筑物的运行控制原则、实际运行记录、水位流量资料和相关水文分析计算成果;
- 3 水工建筑物的运行效果与存在的问题、近远期规划;
- 4 分析水工建筑物对线路塔位的影响,并将其位置标注在路径图上。

19.2.3 调查沿线河段堤防等级、堤防质量、险工险段、历史溃堤破坏次数、溃堤原因和位置,近期和远期防洪规划;堤防的防洪标准及相应防洪设计水位、河道水面比降或设计洪水比降。

19.2.4 线路于水库下游地区通过时,应调查分析水库溃坝可能性及对塔位安全的影响;大坝下游河床的最大冲刷深度及冲刷向下游扩展的情况和可能对塔位的影响。

19.2.5 调查沿线通航河流的现状及规划的航道等级、断面尺寸、主航道位置、最高通航水位、通航净空高度以及航道整治规划。

19.3 洪 涝 调 查

19.3.1 洪水调查应在跨越河段两岸进行,调查河段宜选在顺直而稳定、断面较规整且控制条件良好的河段,避免在流态急剧变化的河段进行;调查河段两岸宜有较多的洪痕点,在同一次洪水调查中塔位处或水文断面附近应有可靠或较可靠的洪痕点不得少于3个,并对各洪痕点的位置进行标注。

19.3.2 调查典型大洪水发生的时间、大小、重现期和排序以及洪水发生时的雨情、水情与灾情;调查洪水来源、成因、断面冲淤变化,洪水时的主流方向及有无漫流、分流、死水;调查流域自然条件有无变化和人类活动的影响状况;对重要的跨越河段应进行专门的洪水水文测验。

19.3.3 当跨越河段发生水库溃坝时,应调查以下内容:

- 1 调查水库坝型与水库主要技术指标。
- 2 调查溃坝前库内水情、溃坝发生的时间及相应的库水位与蓄水量、同时的河道水位和当时的水库控制运用情况。
- 3 对溃坝断面进行估测。
- 4 调查溃坝洪峰与沿程变化情况、洪水走向、积水深度、沿河决口等对下游和塔位安全稳定性的影响。

19.3.4 当跨越河段发生堤防溃口时,应调查以下内容:

- 1 调查堤防等级、防洪标准以及防洪设计水位。

2 调查溃堤原因、并对溃堤断面进行估测。

3 调查溃堤前后的水情变化、溃堤发生时间与相应河道的水位和流量。

4 调查溃口处洪峰流量及洪量,调查冲刷坑形状、深度与平面尺寸和最大冲深点距大堤的距离,判断冲刷对塔位稳定性的影响。

19.3.5 当跨越河段发生分洪滞洪时,应调查以下内容:

1 调查分蓄洪区的范围、分洪口门位置与尺寸、分蓄洪起迄时间,进退洪口有无控制。

2 调查分蓄洪前后河道水位的变化,分蓄洪设计流量、分洪后的水位或水深以及分洪时的最大流速。

3 搜集分蓄洪运用原则与运用情况。

4 判断分蓄洪对塔位安全性的影响。

19.3.6 内涝积水区调查包括内涝区水文地理环境特性及其分布范围,历史最高内涝水位、常年最高内涝水位或水深、发生日期、持续时间与成因,排涝措施与规划。

19.3.7 调查的洪痕与重现期应通过历史文献与文物资料进行考证、摄影与可靠性评估。

19.3.8 洪痕点和大断面测量高程误差限差不大于 0.3m。

19.3.9 大断面测量包括水下和水上部分,水上部分应测至历年最高洪水位以上 0.5m~1.0m,对于漫滩大的河流可只测至洪水边;有堤防的河流,应测至堤防背水面的地面,无堤防而洪水漫溢至与河流平行的铁路、公路、围圩时,则测至其外侧,水下部分宜加密测深。

19.4 河床演变调查

19.4.1 线路工程河床演变查勘的河段范围应根据河段的冲淤变化与人类活动影响的特点来确定。

19.4.2 河床演变调查内容应包括以下内容:

1 河道两岸地质地貌特征和河床质组成。

2 跨越河段的河势;跨越河段的稳定性、河道险工段位置与

治理方案,护坡护岸、航道整治等工程措施。

3 历史上边滩和沙洲的移动、支汊分流的变化;漫溢泛滥的宽度、主流改道的原因和航道的变化。

4 沿线跨越的湖泊、水库、海湾或河口相关水域也应调查上述相关内容。

19.4.3 岸滩冲刷调查应按河槽、边滩及江心洲等不同位置进行纵向冲刷与横向冲刷的调查,应包括以下内容:

1 纵向冲刷调查内容包括跨越断面附近河床历年淤高、下切情况以及河湾凹岸的平均水深与最大水深;河床历年最大一次冲刷深度,附近水工构筑物基础的冲刷原因、冲刷特点和发生年代与相应洪水特性。

2 横向冲刷调查内容包括两岸河床边界条件,洪枯水时主流摆动范围、主流顶冲点位置的变化、坍塌现象;岸线后退的距离与相应水面宽度的变化;历史上出现的最大一次坍岸宽度、平均速度、坍岸原因与发生年代以及当时的洪水特性。

19.4.4 河床质的取样宜结合地质勘探进行。取样地点一般在塔位处及跨越断面和有代表性的其他断面上,分层取土样进行颗粒级配曲线与粒径统计分析。

19.5 冰情及河流漂浮物调查

19.5.1 冰冻地区调查应包括以下内容:

1 历年封冻与融冰时间、开河方式、流冰天数、流冰期最大流冰尺寸、最大流速及其相应最高水位、冬季冰面高程。

2 对发生冰塞、冰坝的河段,应调查其形成条件、发生范围、起止日期及历史上冰塞、冰坝最大堆高与影响距离及范围。

3 调查冰冻时积水区成因、历时、最大积水深。

4 历史上凌汛洪水造成的危害及其范围,对已有建筑物的破坏程度。

19.5.2 海湾、水库、湖泊等水域的冰情调查可按本规范第19.5.1

条的规定执行。

19.5.3 河中立塔河段应调查河道漂浮物情况,包括漂浮物种类、来源、大小与数量,水面分布情况,出现季节及延续时间、漂浮物流速以及对河岸和建筑物的破坏情况、筏运资料等。

19.6 特殊地区水文调查

19.6.1 泥石流调查应包括以下内容:

- 1 调查泥石流性质、形成原因、发生频度、规模与影响范围。
- 2 调查泥石流泥痕与龙头高度。
- 3 调查河床比降及河床冲淤变化及其灾害程度。

19.6.2 岩溶地区的水文调查应包括以下内容:

- 1 调查汇水区封闭洼地、消水洞的位置、深度及其控制的面积、积水深度和消水能力等。
- 2 当线路通过消水溶洞的边缘,消水溶洞承接上游明河水流时,应查明该地区最大积水高度。

19.7 水文测验

19.7.1 凡遇下列情况之一者,宜进行专项水文测验:

- 1 重要跨越水域实测资料短缺、跨越点的水文条件不能参证长期测站资料来确定,需要根据同步水文观测资料建立相关关系再进行转移时。
- 2 防洪影响评价、河床演变或岸滩演变分析需要时。
- 3 在对安全、投资 and 环境影响较大的水中立塔时。

19.7.2 水文测验宜包括以下内容:

- 1 水准点、洪痕点、高程控制点等水准测量及大断面测量。
- 2 跨越河段无实测水文资料时,应通过测量洪痕点、水面比降、大断面和简易河道地形图等推算洪峰流量。
- 3 水中立塔时,应进行水位、流速、流向、大断面、含沙量与河床质等的测验与分析。

20 水文分析计算

20.1 一般规定

20.1.1 输电线路设计洪水的计算,可根据资料条件、流域大小以及工程所处河段特点等,采用以下方法:

1 当设计站或断面具有实测洪水资料 30 年以上时,可用频率分析法推求不同频率的设计洪峰流量;频率分析计算时,宜加入历史洪水调查资料参与实测资料系列的频率分析。

2 当设计站或断面实测流量资料不足 30 年时,可用上下游邻近站的实测流量资料结合历史调查洪峰流量,插补延长设计站或断面的流量系列,采用频率分析法推求设计洪峰流量。

3 资料短缺时,可利用流域面积比拟法,将参证站的设计洪峰流量移用到设计站。

4 所在地区具有 30 年以上的暴雨资料,并有暴雨洪水对应关系时,可采用频率分析法计算设计暴雨,再通过汇流途径推算设计洪峰流量。

5 暴雨洪水资料短缺时,可采用小流域暴雨洪水公式法、地区经验公式法或调查洪水经验频率曲线法等推算设计洪峰流量。

6 当线路位于干支流汇合口以下或水库下游时,可用典型年法进行洪水组合与洪水演进计算,推求断面设计洪峰流量。

20.1.2 洪峰流量资料的移用可按下列要求进行:

1 当线路跨越处与上、下游站控制面积相差不超过 3%,区间无较大支流加入又无分洪或滞洪情况时,可直接移用上、下游站的资料。

2 当线路跨越处与上、下游站控制面积相差超过 3%而不大于 20%,且流域暴雨分布比较均匀,区间又无调蓄作用时,可按面

积法移用,推算设计洪水。

3 当线路跨越处与上、下游站均有实测流量,且暴雨分布较均匀,区间无较大支流汇入,可用面积内插法移用,推算设计洪水。

20.1.3 设计洪水分析计算可根据资料条件及河段特点,采用多种方法计算,对计算的参数应进行合理性分析,经分析论证后选用合理的计算结果。

20.2 天然河流设计洪水

20.2.1 天然河流设计洪水可根据资料条件、流域大小和工程所处河段特点采用下列途径计算:

1 根据实测流量、水位、暴雨资料和调查资料,结合工程地段实际情况进行统计分析确定。

2 直接通过多次历史洪水调查确定。

3 直接引用水利等有关部门的规划设计成果或统计基础资料,结合本工程特点加以修正应用,但应注意统一高程系统。

20.2.2 若因溃堤、破圩造成相邻流域和各汇水区的串通时,应将洪水时各串通流域进行统一的洪涝分析计算。

20.2.3 应用当地排涝公式推算塔位处设计洪水流量时,应分析塔位处设计洪水与防洪排涝设计洪水在汇流及槽蓄方面的差异。当此项差异较大时,应考虑流域或引洪滩地蓄洪、滞洪以及分洪的影响。

20.2.4 在两岸堤防设计标准较低,易于溃堤的平原地区,其设计洪水位可按下列情况分别确定:

1 根据溃堤后历史洪水位的调查,结合现状河道治理情况进行分析确定设计洪水位。

2 若溃堤后的两岸洪水泛滥区边界难以确定时,可根据堤防标高、上下游行洪情况、历史溃堤情况等结合暴雨重现期调查经分析确定,并适当考虑超高。

20.3 水库上下游设计洪水

20.3.1 当工程位于坝址上游时,其设计洪水可根据下列情况确定:

1 当水库的实际防洪标准高于工程所需设计洪水标准时,设计洪水可采用与线路工程设计洪水标准相同的库水位与洪水流量,通过水面曲线法推算工程点的设计洪水位。

2 当水库的设计洪水标准低于工程设计洪水标准时,可根据水库的设计资料按工程所需设计洪水标准进行调洪计算,然后通过水面曲线法计算工程点处的设计洪水位。

3 当工程位于水库变动回水区时,可直接采用相应于工程所需设计洪水标准的天然条件下的设计洪水流量;当工程位于北方结冰河流时,应考虑冰坝和冰塞可能造成水位抬高的影响。

20.3.2 确定库区内线路工程的设计洪水位时,应考虑水库淤积抬高水位的影响;水库淤积后的回水曲线可向有关部门搜集,也可应用能量平衡方程式或简易方法推求确定。

20.3.3 当工程位于水库下游,且水库的实际设计洪水标准高于工程所需设计洪水标准时,可按上游水库的工程规模、实际坝体质量、溢洪能力以及距塔位点的远近等情况,计算确定塔位处设计洪水。

20.4 溃堤溃坝洪水

20.4.1 在防洪堤背水面立塔时,必须根据河势发展、背水面台地现状、堤防边滩、堤防标准、堤防质量及堤防三度指标等结合汛期堤防有无险情等来分析判定溃堤的可能性。

20.4.2 溃堤口门处洪水流速可按实用堰水力学方法计算;塔位处的洪水流速则需要根据溃口处的流速和塔位与溃口口门的距离等水文及地形资料推算;塔位处冲刷深度可根据塔位处水力条件和塔基型式、尺寸进行分析计算,并结合溃堤洪水冲刷坑调查资料综合确定。

20.4.3 线路在水库下游跨越且塔位处地势较低时,应符合以下

要求:

1 当水库防洪校核标准低于线路工程防洪标准时,必须作溃坝洪水演算。

2 当水库防洪设计标准低于线路工程防洪标准,而校核标准高于线路工程防洪标准时,应根据水库大坝质量和运行方式等实际情况,分析确定是否需要进行溃坝洪水演算。

20.4.4 分析溃坝洪水对塔位的影响时,应根据水库大坝的具体情况,研究分析溃坝方式和主要计算参数,选用适当的方法计算溃坝最大洪水流量与过程,并演算至工程地点。有较大的区间洪水加入时,可采用洪水组合方法推求塔位处的设计洪水位。当塔位无法避开溃坝影响时,应推求流速、冲刷深度等水文设计参数。

20.5 冰情洪水

20.5.1 北方结冰河流应考虑冰塞壅水对塔位影响,可通过经验关系法结合调查推算。

20.5.2 考虑冰坝壅水对塔位影响,可通过类比分析法结合调查估算。

20.6 特殊地区洪水

20.6.1 泥石流地区洪水分析计算应考虑泥石流发生对洪水的影响。

20.6.2 泥石流地区在调查泥石流的泥痕基础上,分析设计泥位、提供巨大石块超出设计泥位的高度、高大树木随山体土块运动超出的高度、泥石流遇阻后的冲高值。

20.6.3 在岩溶地区塔位邻近测站有符合统计年限的实测洪水位资料时,可直接计算设计洪水位;缺乏资料时,可通过积水位调查确定。

20.7 设计洪水位

20.7.1 输电线路设计洪水位的设计频率应满足防洪设计要求。

20.7.2 塔位设计洪水位按资料情况及河段特点,可按下列情况分别确定:

1 设计站或断面有连续实测水位资料 30 年以上,水域变迁不大或受人类活动影响较小,并有历史洪水调查资料时,可采用频率统计法推求。

2 设计站实测水位资料不足 30 年,当水域变迁不大或受人类活动影响较小时,可用上下游邻近站长系列的水位资料通过相关分析,插补延长设计站的实测水位系列,可采用频率统计法推求。

3 当设计站有较稳定的水位流量关系时,可用已求得的设计洪峰流量,通过水位流量关系查得设计洪水位。

4 当设计站有实测流量资料时,可用上下游邻近站的水位流量关系和流量资料,按上述途径求得参证站的设计洪水位,通过设计站与参证站的水位关系,推求设计站的设计洪水位。

5 当设计站无实测水位、流量资料时,可采用水力学方法,计算塔位处水位流量关系,并尽量结合历史洪水调查资料,延长其高水部分,利用设计洪峰流量确定设计洪水位。

6 当设计站无实测资料、河段水面比降平缓时,可用参证站的设计洪水位和洪水比降推求设计站的设计洪水位。

7 当塔位附近水域有水行政主管部门颁布的流域防洪规划或水利水电工程设计成果时,应针对工程具体情况和水文条件经分析后采用,并尽量与审批的规划设计成果相协调。

20.8 设计流速

20.8.1 对于水中立塔应提供塔位处设计洪水相应的垂线平均流速,根据资料情况可按下列方法确定:

1 有实测资料时,可根据断面流速分布、深泓横向摆动范围及塔位处断面形状特性,分析确定。

2 无实测资料时,可根据设计洪峰流量与相应水位、塔位处

断面形状特性或洪水比降、河床推移质粒径或临时实测断面流速分布等途径分析确定。

20.8.2 在河滩上立塔,应根据滩地特性,河流深泓摆动范围,实测断面流速分布,并结合河段实际情况比照分析确定设计流速。

20.8.3 洪水期或流冰期漂移物水面最大流速,可根据跨越河段长期水文观测资料或短期简易测验资料分析确定。无资料时,可根据断面平均流速结合断面形状特性比照分析确定。

20.9 滨海、河口水文分析计算

20.9.1 潮位分析计算应符合下列要求:

1 潮汐类型与特征潮位统计应符合下列要求:

1)应根据输电线路附近海湾、河口验潮资料判别潮汐类型,感潮河口段应分析径流、潮汐对潮位的影响程度。

2)根据实测资料或插补延长后的系列,分析与统计输电线路工程点潮汐性质、特征潮位、潮差、涨落潮历时等特征值。

3)对工程设计使用的高程基准面与潮位基面、海图基面等各种基准面间的关系应作考证并换算为工程所用的基面,提供基面间的换算关系。

2 设计潮位的分析与计算应符合下列要求:

1)对使用的潮位资料系列的可靠性、代表性与一致性,应进行考证、审查与分析。

2)设计潮位的计算,要求有连续 20 年以上的潮位系列,并有历史最高潮位的调查资料,按年极值法选样,应以极值 I 型分布或皮尔逊 III 型分布进行统计。当点群与线型配合情况较好时,水位主要由潮汐控制的,应以极值 I 型分布统计成果为主;水位主要由径流控制的,应以皮尔逊 III 型分布统计成果为主。

3)若有不少于连续 5 年的最高潮位和最低潮位的港口,资

料系列应与附近有不少于连续 20 年资料的验潮站采用“相关分析法”插补延长,分析计算设计最高、最低潮位。

- 4) 以潮汐为主的海区也可采用“极值同步差比法”,由长系列站的设计潮位直接推算至输电线路工程点。
- 5) 采用“相关分析法”或“极值同步差比法”分析计算时,两站应符合要求:潮汐性质相似、地理位置相近、受河川径流的影响相似、风暴潮增减水影响相似。
- 6) 当不具备用“相关分析法”和“极值同步差比法”计算条件,工程较重要或风暴潮影响严重地区时,应对设计潮位的计算进行专题研究,并应建立潮位专用站,积累资料,用以修正设计潮位值。当工程重要性一般,风暴潮影响不很严重地区,可以进行经验推算。
- 7) 对设计潮位计算成果,应通过潮波传播特性、风暴潮增减水幅度与历史最高潮位比较等进行地区合理性分析。
- 8) 设计潮位过程线的拟定,应根据潮位资料系列的长短,分别选用频率计算法或典型潮位法。当潮位资料短缺时,可将参证站的潮位过程线移用于输电线路工程地点,并应进行比测验证和必要的修正。

20.9.2 波浪要素的分析与计算应符合下列要求:

1 实测波浪资料系列的审定应符合下列要求:

- 1) 若跨越断面附近水域有较长期波浪观测资料时,应从自然地理与水文气象环境等方面,对测波站相对于工程点的代表性进行分析,并分方向检验测波站资料的适用程度。
- 2) 对引用的波浪要素系列的一致性与可靠性应进行考查与审定。

2 波浪特性与成因应根据实测资料与调查成果分析判定,并应符合下列要求:

- 1) 若输电线路工程水域缺乏测波资料,可选择与输电线路

塔位附近地形与水域开阔程度相似、水深接近的邻近水域参证站作分析。

- 2) 当输电线路附近无测波资料,且无法选用参证站时,可按当地地形、强风向、常风向与输电线路塔位位置,分析主要来波方向,并结合现场调查资料判定波浪特性。

- 3 计算设计波高时,输电线路工程附近水域有连续 20 年以上实测资料,可取某一累积频率波高年最大值系列,用皮尔逊Ⅲ型分布曲线或其他合适的线型,并结合历史特大波高调查资料作频率分析,确定设计波高。

- 4 当确定某一波向的设计波浪时,年最大波高及其对应周期的数据,一般在该方向左右各 22.5° 的范围内选取;若需每隔 45° 的方位角都进行统计,则对每一波向均只归并相邻一个 22.5° 的数据。

- 5 当工程附近水域测波资料系列年限较短,不足以直接进行频率分析时,应视已有资料情况与水域波浪特性,采用下列方法分析设计波高:

- 1) 分方向建立波高与邻近气象台相应风速相关关系,以风速资料延长波高系列,并进行频率统计。

- 2) 与邻近水域有长期测波资料的参证站建立波高相关关系,延长波高系列,并作频率统计。

- 3) 当有不少于一整年的短期测波资料时,可用经验频率分析法计算设计波高。

- 6 若输电线路处及其附近水域无实测波浪资料时,其设计波浪要素可视水域宽度、风区长度、平均水深与波浪特性等自然地理条件与天气图、最大风速等气象资料,用图解法或相关经验公式法进行计算。

- 7 凡用以上 5、6 两款方法计算设计波高,除应采用两种以上方法外,尚应结合历史最大波高调查资料进行分析比较,并应尽量作短期波浪观测,以合理确定设计波高。

8 设计波浪周期的计算应采用以下方法：

- 1) 当输电线路附近水域的波浪主要为风浪时,可由当地风浪的波高与周期的相关关系外推与设计波高相对应的周期,或按风浪要素计算图直接查出与设计波高相对应的周期,亦可根据相关经验公式计算。
- 2) 若输电线路附近水域的波浪主要为涌浪或混合浪时,将与年波高最大值相对应的周期系列用皮尔逊Ⅲ型分布曲线或其他合适的线型作频率分析,确定与设计波高同一重现期的周期。
- 3) 由以上两项计算所得周期,均应结合调查资料和类似水域经验,通过比较分析,确定合理的数值。

9 设计波长可根据设计波浪周期、设计潮位相应水深按规则波公式计算或查有关图表确定。

10 当一定重现期下的某一累积频率的波高与设计要求的累积频率标准不同时,可按经验公式或查有关图表,换算为设计要求的累积频率的设计波高。

11 将设计波浪要素推算至塔位处时,应根据计算点与塔位处之间的水深、地形差别和底坡摩擦、障碍物影响等情况,进行波浪浅水变形、波浪折射、波浪绕射、波浪破碎等的分析与计算。当塔位处推算的波高大于浅水极限波高时,设计波高应采用极限波高。

12 当输电线路工程位于水文气象或自然地理条件复杂的水域内时,可进一步通过波浪模型试验分析论证工程点的设计波浪要素。

13 若输电线路处及其附近水域无实测波浪资料时,大范围计算可用历史天气图和数学模型对波浪进行数值计算。

20.9.3 海流分析计算应符合下列要求：

1 海流特征值应根据现场实测资料经分析后确定。近岸海流以潮流和风海流为主,海流观测应在大、中、小潮日期开展全潮

水文测验 3 次,每次观测延续时间不应少于 25h;条件不允许时,应在大潮日期进行 1 次;河口区的海流应根据洪水期的观测资料分析计算。

2 潮流按性质可分为规则的半日潮流和不规则的半日潮流、规则的全日潮流和不规则的全日潮流。潮流按性质可按以下标准判别:

规则半日潮应符合下式:

$$\frac{W_{O1} + W_{K1}}{W_{M2}} \leq 0.5 \quad (20.9.3-1)$$

不规则半日潮应符合下式:

$$0.5 < \frac{W_{O1} + W_{K1}}{W_{M2}} \leq 2.0 \quad (20.9.3-2)$$

不规则全日潮应符合下式:

$$2.0 < \frac{W_{O1} + W_{K1}}{W_{M2}} \leq 4.0 \quad (20.9.3-3)$$

规则全日潮应符合下式:

$$4.0 < \frac{W_{O1} + W_{K1}}{W_{M2}} \quad (20.9.3-4)$$

式中: W_{O1} 、 W_{K1} 、 W_{M2} ——主太阴日分潮流、太阴太阳赤纬日分潮流和主太阴半日分潮流的椭圆长半轴长度(cm/s)。

3 大潮期间的潮流平均最大流速,可按下述方法确定,或近似地采用大潮观测日期的实测最大值;输线路缺少实测资料,可以采用附近地形条件相近处的观测资料,当地形条件差异较大时,可以通过数学模型推算。

1) 大潮期间的潮流平均最大流速可根据大潮平均潮差与观测日期的潮差的比值与观测日期的平均最大流速的乘积计算,即按下式计算:

$$\bar{V}_{Ms} = \frac{R_{Ms}}{R_d} \bar{V}_d \quad (20.9.3-5)$$

式中: \bar{V}_{Ms} ——大潮日期潮流平均最大流速矢量, 流速 (cm/s), 流向 (度);

\bar{V}_d ——观测日期潮流平均最大流速矢量, 流速 (cm/s), 流向 (度);

R_{Ms} ——大潮日期的平均潮差 (m);

R_d ——观测日期的平均潮差 (m)。

2) 当有大、中、小潮连续三次海流观测资料时, 可进行准调和分析, 确定潮流椭圆要素。大潮期间的潮流平均最大流速矢量可按下列公式计算:

半日潮流海区按下式计算:

$$\bar{V}_{Ms} = \bar{W}_{M2} + \bar{W}_{S2} \quad (20.9.3-6)$$

全日潮流海区按下式计算:

$$\bar{V}_{Ms} = \bar{W}_{K1} + \bar{W}_{O1} \quad (20.9.3-7)$$

式中: \bar{W}_{M2} 、 \bar{W}_{S2} 、 \bar{W}_{K1} 、 \bar{W}_{O1} ——主太阴半日分潮流、主太阳半日分潮流、太阴太阳赤纬日分潮流和主太阴日分潮流的椭圆长半轴矢量, 流速 (cm/s), 流向 (度)。

4 在潮流和风海流为主的近岸海区, 海流可能最大流速等于潮流可能最大流速与风海流可能最大流速的矢量和。潮流的可能最大流速可按下列公式计算:

1) 对规则半日潮流海区按下式计算:

$$\bar{V}_{max} = 1.295\bar{W}_{M2} + 1.245\bar{W}_{S2} + \bar{W}_{K1} + \bar{W}_{O1} + \bar{W}_{M4} + \bar{W}_{MS4} \quad (20.9.3-8)$$

式中: \bar{V}_{max} ——潮流的可能最大流速矢量, 流速 (cm/s), 流向 (度);

\bar{W}_{M4} ——太阴四分之一日分潮流的椭圆长半轴矢量, 流速 (cm/s), 流向 (度);

\bar{W}_{MS4} ——太阳四分之一日分潮流的椭圆长半轴矢量, 流速 (cm/s), 流向 (度)。

2)对规则全日潮流海区按下式计算:

$$\bar{V}_{\max} = \bar{W}_{M2} + \bar{W}_{S2} + 1.600\bar{W}_{K1} + 1.45\bar{W}_{O1} \quad (20.9.3-9)$$

3)对不规则半日潮流海区和不规则全日潮流海区,采用式(20.9.3-8)和式(20.9.3-9)中的较大值。

在海流实测资料不足的情况下,风海流的流速可按下式估算:

$$V_u = KU \quad (20.9.3-10)$$

式中: V_u ——风海流的流速(m/s);

U ——风速(m/s);

K ——系数,取 $0.024 \leq K \leq 0.30$ 。

近岸的风海流流向可近似地认为与海底等深线方向一致。

5 对于径流为主的河口地区,可能最大流速宜采用数学模型计算对塔位最不利的最大流速。

21 河(海)床演变分析

21.1 一般规定

21.1.1 输电线路跨越河段、海域的河床或海床演变分析,应在现场查勘基础上,利用历史水下地形图、航卫片及有关水流、波浪、泥沙测验资料,根据河(海)床演变的基本规律,判定塔位河(海)岸稳定性,分析计算塔基处最大冲刷深度。河(海)床演变分析应考虑人类活动的影响。塔基河(海)床稳定性和冲刷深度预测年限应为未来 30 年~50 年。

21.1.2 对历史水下地形图等有关测绘资料应考证测量年代、测量精度,坐标和高程系统等,对各种地形图分析时应采用统一比尺和基面。

21.2 河床演变分析

21.2.1 设计河段河床演变分析应根据河床演变对塔基安全可能的影响程度大小及资料情况采用以下方法:

1 对设计河段进行野外踏勘与调查,结合河流动力地貌特性分析判断。

2 利用条件相似河段的冲淤实测资料进行类比分析。

3 设计河段横向演变可利用历年河势图、水下地形图、航道图、航卫片、横断面图或局部地形要素,如边滩、沙嘴等进行套绘对比;设计河段的河道纵向变化,可根据套绘历年河道深泓线或河床平均高程变化图、点绘测站历年水位—流量关系图、历年同流量下水位过程线图、冲淤等值线图、历年沿程断面冲淤变化过程图多种形式分析。

4 采用水动力数学模拟或物理模型手段对河段河床演变进

行复演和预测。

21.2.2 在河岸上立塔应根据河段自然冲刷特性从河势发展、水流泥沙运动强度、河岸边界物质组成等方面分析塔位处河岸稳定性。

21.2.3 在河滩上立塔应分析滩地特性,河流深泓摆动范围。塔位位于江心洲、边滩上,应分析其成因特性和河道主泓变化,并结合现场调查分析塔位安全稳定性。

21.2.4 在主槽中立塔,河床演变应从纵向变形与平面横向变形两方面进行分析。塔位处可能出现的横向冲刷幅度与最大纵向冲刷深度可按下列方法确定:

1 搜集与调查跨越段或上下游邻近河段一次洪水最大冲刷深度。

2 根据上下游邻近河段水文站实测最不利断面或特大洪水的冲刷断面与洪水前的断面资料比较,确定最大天然冲刷深度。

3 通过上述调查与实测的天然冲刷深度,可根据河床演变分析与河道发展趋势的预测移用到塔位处,以求得大跨越处的天然冲刷深度。

21.2.5 河床演变分析时应调查河道中的已有水工构筑物和天然障碍物进行实地调查并结合资料分析,估计其影响程度与范围。河道水工构筑物对塔位局部河床演变的影响,应按其不同的结构形式与作用,可能出现的各种影响,从局部泥沙运动方向、冲淤状态及位置等综合分析对水流干扰强度及其各种可能冲刷影响。

21.2.6 应分析计算上游水库泄放、河道疏浚采沙、束窄河身、修建丁坝、修建水闸等工程措施对塔位稳定性的影响。

21.3 海床演变分析

21.3.1 海岸上立塔时,应在现场海岸动力地貌调查基础上,通过历次地形图、海图、航卫片对比,分析岸线、地形、地貌变化情况,海堤走向与位置的变迁,分析海岸线的变化趋势和速率,并根据海岸

带的自然地理、岩土特性、海域水文条件等,对塔位处的岸线稳定性作出预测。

21.3.2 海湾水域中立塔时,塔位处的稳定性可按下列要求分析:

1 通过对历次海图等深线对比分析,确定塔位处及其附近水域滩槽历年冲淤变化趋势、幅度和速率。

2 搜集有关海区潮流及余流方向、海底沉积物的分布、海岸侵蚀和堆积的形态特征以及沿岸组成物质的粒径变化和重矿物分布情况等资料,分析判断泥沙来源和运移方向。

3 分析工程附近沿岸和水域的建筑物、构筑物对海流动力因素、泥沙来源与运移及海湾滩槽发展的影响。

21.3.3 潮汐河口段水中立塔时,应根据潮汐和径流强弱、河口发育特点、沙滩与沙洲外形、边界条件及变化情况、来水与来沙条件、风浪特性等资料进行塔位附近河床稳定性分析。

21.3.4 对于水中立塔,当海床冲刷较严重或人类活动影响较明显时应进行水文断面全潮测验,通过水流泥沙数学模型计算等途径,对塔位处的冲刷趋势和幅度进行分析计算。

22 可行性研究阶段工程气象勘测

22.1 一般规定

22.1.1 可行性研究阶段气象勘测的基本任务是从气象条件角度对线路路径方案的可行性提出意见,提供满足路径方案比较和技术经济分析的基本气象资料。

22.1.2 勘测手段以搜集为主,对于山区重冰线路应进行覆冰量级与冰区分布的专项调查。

22.2 勘测内容深度与技术要求

22.2.1 可行性研究阶段应搜集的主要资料包括以下内容:

1 沿线邻近气象站的覆冰、大风、气温、雷暴日数等资料,以及气象站沿革、观测情况、观测场地形地貌特征;

2 路径地区已建电力线路的设计气象条件及运行情况,电力线路冰害、风害事故情况及线路改造的相关资料;

3 气象、通信、交通、农林部门的风灾、冰灾的相关记录资料与调查报告。

22.2.2 对可能存在重冰区的地段应进行实地踏勘与覆冰情况调查核实。

22.2.3 对重冰区应进行专项踏勘与调查,查明微地形微气候重冰段,落实覆冰量级与分布。

22.2.4 应用路径区域搜集的大风资料与必要的踏勘调查资料,选用频率统计、重现期调查和风压图等方法,初步估算 50 年、30 年一遇离地 10m 高 10min 平均最大风速,初步划分风区。

22.2.5 存在重冰区的线路,必须运用路径区域搜集的覆冰资料与专项踏勘调查资料,选用调查法或频率统计法,分析计算 50 年、

30 年一遇离地 10m 高的最大标准冰厚,经分析论证后初步划分二水区。

22.3 勘测成果

22.3.1 可行性研究阶段的气象勘测成果主要是气象搜资踏勘报告,气象踏勘报告应在充分分析研究搜集、调查、踏勘资料的基础上编制。

22.3.2 可行性研究阶段的气象勘测成果应包括如下主要内容:

- 1 50 年、30 年一遇离地 10m 高的最大标准冰厚与冰区划分;
- 2 50 年、30 年一遇离地 10m 高 10min 平均最大风速与风区划分;
- 3 累年平均气温、极端最高与极端最低气温及其出现时间;
- 4 累年最大冻土深度;
- 5 累年年平均与年最多雷暴日数。

22.3.3 可行性研究阶段的气象搜资踏勘报告应包括如下主要内容:

- 1 路径概况,勘测任务依据,主要勘测工作内容,工作过程简述;
- 2 路径地形地貌与气候概况,沿线气象站概况以及观测资料对线路的代表性评价;
- 3 沿线覆冰搜资调查结果,分析计算各路径方案的覆冰量级与冰区分布;
- 4 沿线大风搜资调查结果,初定各路径方案设计风速与风区;
- 5 线路设计所需的气象特征参数;
- 6 各路径方案气象条件综合比较与评价,推荐气象条件优越的路径方案;
- 7 结论与建议。

23 初步设计阶段工程气象勘测

23.1 一般规定

23.1.1 初步设计阶段气象勘测是在可行性研究基础上,对推荐方案进行补充搜资和全线查勘,优化风区和冰区,提供线路路径优化与设计需要的全部气象资料。

23.1.2 初步设计阶段勘测手段以现场查勘和搜资相结合,对山区重冰线路应深入进行微地形微气候覆冰调查。

23.2 勘测内容深度与技术要求

23.2.1 初步设计阶段应搜集的主要资料包括如下内容:

1 沿线邻近代表性气象站的覆冰、风、气温、冻土、天气日数等资料,以及气象站沿革、观测情况、观测场地形地貌特征;

2 路径地区已建电力线路的设计气象条件及运行情况,电力线路冰害、风害事故情况及线路改造的相关资料;

3 气象、通信、交通、农林部门的风灾、冰灾的相关记录资料与调查报告。

23.2.2 对搜集资料,应注明搜集时间、编制单位、资料年代、整编方法,并应对资料进行可靠性、一致性、代表性审查与实用性评价。

23.2.3 对重冰区进行复查,对风口、迎风坡、突出山脊、山岭等微地形微气候区的覆冰分布特点做深入查勘。

23.2.4 应用路径区域搜集的大风资料与踏勘调查资料,选用频率统计、重现期调查、风压图等方法,分析计算 50 年、30 年一遇离地 10m 高 10min 平均最大风速,经充分分析论证与优化后推荐可供设计使用的风区。

23.2.5 应用路径区域实测覆冰资料、沿线搜集覆冰资料与踏勘

调查资料,选用调查法或频率统计法,分析计算 50 年、30 年一遇离地 10m 高的最大标准冰厚,经分析论证与优化后推荐可供设计使用的各级冰区。

23.3 勘测成果

23.3.1 初步设计阶段的气象勘测成果主要是气象报告,必要时还应有覆冰专题论证报告。报告应在充分分析研究实测、搜集、调查、踏勘资料的基础上编制。

23.3.2 初步设计阶段的气象勘测成果应包括如下主要内容:

1 50 年、30 年一遇离地 10m 高的最大标准冰厚与冰区划分;

2 50 年、30 年一遇离地 10m 高 10min 平均最大风速与风区划分;

3 累年平均气温、极端最高与极端最低气温及其出现时间,最大风速月的平均气温,覆冰同时气温;

4 最多风向及其出现频率;

5 累年最大冻土深度;

6 累年年平均与年最多雷暴日数,累年年平均与年最多雾日数。

23.3.3 初步设计阶段的气象报告应包括如下内容:

1 路径概况,勘测任务依据,主要勘测工作内容,工作过程简述;

2 路径地形地貌与气候概况,沿线气象站概况以及观测资料对线路的代表性评价;

3 沿线覆冰搜资调查结果,线路路径设计冰厚与冰区;

4 沿线大风搜资调查结果,线路路径设计风速与风区;

5 线路设计所需的气象特征参数;

6 结论与建议;

7 相关附图,应包括重冰区线路路径冰区图、路径断面冰区

图、线路路径风区图等。

23.3.4 覆冰专题论证报告应包括如下内容：

- 1 工程路径概况,工作过程简述;
- 2 路径地形地貌与气候概况,覆冰成因,冰区分布及其覆冰特点;
- 3 观冰站及资料情况,气象参证站及覆冰气象资料情况,覆冰调查资料,各区段标准冰厚计算结果;
- 4 覆冰重现期分析,设计冰厚与冰区划分成果,各重冰段说明;
- 5 结论与建议;
- 6 相关附图,应包括线路路径冰区图、重冰区路径断面冰区图、相关的覆冰照片与冰害线路照片等。

24 施工图设计阶段工程气象勘测

24.1 一般规定

24.1.1 施工图设计阶段气象勘测是在初步设计阶段基础上,复核初步设计阶段确定的气象条件,将气象条件落实到塔位。

24.1.2 施工图设计阶段气象勘测手段以现场查勘为主,对山区线路应深入进行微地形微气候重冰与大风查勘。

24.2 勘测内容深度与技术要求

24.2.1 对重冰区进行复查,对风口、迎风坡、突出山脊、山岭等微地形做深入查勘,合理可靠地确定不同冰区分界塔位,提出线路抗冰措施建议。

24.2.2 对设计风速大于 27m/s 风区进行复查,对风口等微地形做深入查勘,合理可靠地确定不同风区分界塔位,提出线路抗风措施建议。

24.3 勘测成果

24.3.1 施工图设计阶段的气象勘测成果主要是气象报告,应在复核初步设计阶段资料和充分分析现场复查资料的基础上编制。

24.3.2 施工图设计阶段的气象勘测成果应符合本规范第23.3.2条的规定。

24.3.3 施工图设计阶段气象报告应包括如下内容:

- 1 路径概况,勘测任务依据,主要勘测工作内容,工作过程简述;
- 2 沿线微地形重冰区复查结果,线路塔位设计冰厚;
- 3 沿线微地形大风复查结果,线路塔位设计风速;
- 4 线路设计所需的气象特征参数;
- 5 结论与建议;
- 6 相关附图。

25 气象调查

25.1 一般规定

25.1.1 输电线路工程气象勘测应开展大风调查、覆冰调查与主导风向调查。

25.1.2 对山区风速和滨海风速应广泛进行搜资调查,掌握区域性资料。对设计冰厚大于或等于 20mm 的重冰区线路段应沿线逐段查勘;对设计冰厚小于 20mm 的中、轻冰区线路段应选择典型覆冰地段查勘;须查明轻、中、重冰区分界点。

25.1.3 调查资料应在现场整理,及时编写小结说明,进行合理性检查,发现问题及时复查。重要路径段或气象条件复杂路径段现场查勘应由至少 2 人进行,并通过拍照、录音、摄像等手段搜集资料。

25.2 大风调查

25.2.1 大风调查应先拟定调查提纲,确定调查范围和调查点,以及收资调查地点和内容。调查资料应全面、真实、清楚、可靠。

25.2.2 大风调查应在线路附近 3km~5km 范围内进行,对于风口、海岸等特殊地形段可适当扩大调查范围。对于一般线路段,宜 5km~10km 布设一个调查点,对风口、山岭、海岸等特殊地形段应进行微地形微气候调查,了解风速的增大影响。对电力工程风灾事故应开展专项调查。

25.2.3 大风调查对象主要是电力、邮电通信线路设计、运行维护和事故抢修人员,长期从事气象、勘测、巡线和供电安全检查人员,林区生产管理人员,高山、公路管理人员,民政救灾人员和当地居民。

25.2.4 大风调查应包括如下内容:

1 大风发生时间、持续时间、风向、风力、雷雨、冰雹、寒潮、热带风暴、主要路径、影响范围、重现期;

2 大风对电力线路、邮电通信线路、房舍、树木、农作物和其他建筑物的损毁情况;

3 风灾事故现场的地形、高程、气候、植被等情况。

25.2.5 调查应搜集相关资料包括以下内容:

1 县志等史料中记载的历史风灾情况和气象站、档案馆等有关单位保存的风灾灾情报告和照片;

2 沿线附近已建电力、邮电通信工程和有关建筑物的设计风速、运行维护情况,以及发生风灾的灾情报告和事故修复标准;

3 区域建筑、气象部门对风速风压的研究成果、报告和地区风压图。

25.2.6 调查资料应在现场整理、校核,并编写大风调查报告。

25.3 覆冰调查

25.3.1 覆冰调查范围为线路附近地区。调查点应选紧靠线路或与线路地形相似的村镇居民点、工厂、矿山、高山建筑物管理处。重、中冰区线路宜 1km~2km、轻冰区线路宜 3km~5km 布设一个调查点,调查点应标在线路路径图上。

25.3.2 覆冰调查对象应是电力、邮电通信、交通等部门的运行、管理、维护人员及当地知情人,特别是高山电视台、微波站、气象站和道班的冬季值班者。

25.3.3 对于无法调查到覆冰的地区,应设立临时观冰站,观测期限应不少于 1 个冬季。

25.3.4 覆冰调查应包括如下内容:

1 覆冰地点、海拔、地形、覆冰附着物种类、型号及直径、离地高度、走向;

2 覆冰发生时间和持续日数,当时的天气情况,如风向、风

力、下雨、下雪、起雾等；

3 覆冰种类与密度可根据实际情况分析判断，也可按照表 25.3.4 的条件确定：

表 25.3.4 覆冰种类判别条件

项目	雨淞	雾 凇		雨雾凇混合冻结	湿雪
		粒状	晶状		
气温 (℃)	0.0~ -3.0	低于-3.0	低于-8.0	-1.0~ -9.0	-1.0~ -3.0
降水 类别	小雨、毛毛 雨或雾	雾或毛 毛雨	雾	有雾、毛毛雨或 小雪	雪或雨 夹雪
视感	透明或半 透明、密实、 无孔隙	粗颗粒、 不透明	细粒、不 透明	成层或不成层， 似毛玻璃，较密 实，基本无孔隙	白色不 透明
手感	坚硬、光 滑、湿润	脆、较湿 润	松、脆、 干燥	较坚硬、较湿润	较松散、 较湿润
形状 色泽	椭圆形、光 滑似玻璃	椭圆形、 白色	针状、纯 白色	椭圆形、不光滑	圆形、白 色
附着 力	牢固	较牢固	轻微振 动就容易 脱落	较牢固	能被强 风吹掉

4 覆冰的形状、长直径、短直径和冰重；

5 覆冰重现期，包括历史上大覆冰出现的次数和时间，以及冰害情况。

25.3.5 覆冰搜资应包括如下内容：

1 沿线已建输电线路的设计冰厚，投运时间，运行中的实测、目测覆冰资料，以及冰害事故记录、报告，包括冰厚、冰重、杆塔型、杆塔高、线径、档距和事故后的修复标准；

2 邮电通信线路的设计冰厚、线径、杆高和运行情况，以及冬季打冰措施、实测覆冰围长、厚度；

3 高山气象站、电视塔、微波站、道班的冰害事故记录和报告；

4 气象台站实测覆冰资料和大覆冰的起止时间与同时气象

条件,以及天气系统过程。

25.3.6 对于风口、分水岭、迎风坡等特殊地区应作微地形微气候调查和实地踏勘,了解地形对覆冰的增大影响。

25.3.7 覆冰调查应由至少 2 人进行,并应进行现场记录,对严重冰害事故现场应通过拍照、录音、摄像搜集资料。

25.3.8 调查资料应在现场汇总整理,并进行合理性审查和可靠性程度评价,发现问题及时复查核实。调查结束后应编写覆冰调查报告。可靠程度可按表 25.3.8 的标准评定。

表 25.3.8 覆冰调查资料可靠性程度评定标准

可靠程度	可 靠	较可靠	供参考
评定因素	1)实测; 2)电力、通信、气象或高山建筑物的值班、巡视、抢修人员现场观测,有记录,有旁证	当地居民或知情者亲眼所见、目测,印象较深刻,所述情况较逼真,有旁证	亲眼所见,但所述情况不够清楚、具体,或清楚具体,但无旁证

25.4 主导风向调查

25.4.1 主导风向调查应在线路附近 3km~5km 范围内进行,并搜集沿线气象站主导风向。

25.4.2 线路主导风向调查可根据地形情况,采取逐塔调查或分段调查的方法。

25.5 专用气象站与观测

25.5.1 输电线路的重冰区段和山区地段,应根据实际情况建立观冰站和测风站,进行必要的气象观测。

25.5.2 观冰站应建立在沿线附近重冰区内有代表性的地点,如山顶、山腰、风口、迎风坡、背风坡等,有条件的地方还可在一个山岭的两侧分设几个站点进行不同海拔、不同地形条件的同步观测;测风站应按山岭、风口等不同地形及不同海拔建站观测。

25.5.3 专用气象站观测期限应根据具体的工程特点确定。观冰

站观测期限不应少于 1 个冬季。

25.5.4 观冰站观测包括导线覆冰的长径和短径,1m 导线长度上的覆冰重量,覆冰种类,起止时间,覆冰过程、覆冰期的气温、相对湿度、风向、风速、积雪深度和雨、雪、雾天气现象。

25.5.5 测风站观测包括各高度上的风速、风向。

25.5.6 观冰站、测风站资料在观测后应及时整理,编制月报表和年报表。

26 气象分析计算

26.0.1 审查气象站实测大风资料和观冰站实测覆冰资料的可靠性、一致性和代表性,对突出的特大值应通过多种方法进行审查。

26.0.2 当有大风和覆冰实测资料时,应采用频率分析法确定设计风速和设计冰厚,其线型可采用 P-Ⅲ型分布或极值Ⅰ型分布。

26.0.3 气象站有 25 年以上的年最大风速资料时,观冰站有 10 年以上的年最大冰厚资料时,可分别直接进行频率计算推求气象站设计风速和观冰站设计冰厚;当气象站、观冰站资料短缺时,可选择邻近地区地形及气候条件相似、有长期实测资料的站点进行相关分析,展延资料系列后进行频率计算。

26.0.4 无大风和覆冰实测资料的线路的设计风速与冰厚,可通过调查分析法确定,也可选用邻近地区地形及气候条件相似的测站作为参证站经类比分析确定。

26.0.5 设计风速分析计算应首先采用自记风仪记录的风速资料,严格审定定时 2min 平均风速资料。对气象站风速资料应进行高度订正,对定时 2min 平均风速应进行次时换算。设计风速分析计算方法宜按本规范附录 P 执行。

26.0.6 标准冰厚计算应用的形状系数、密度等参数应采用当地实测资料分析值,无实测资料时可选用邻近地区地形及气候条件相似的观冰站的分析成果。设计冰厚分析计算方法宜按本规范附录 Q 执行。

26.0.7 确定设计风速和设计冰厚是一个综合分析过程,风区、冰区划分应依据充分,重点对微地形微气候段进行分析研究,做到划区合理,能客观反映工程沿线的情况。

26.0.8 架空输电线路风区划分,一般风区级差为 $2\text{m/s} \sim 5\text{m/s}$ 。

风区划分应符合下列规定：

- 1 一个风区段内各点的设计风速基本相等。
- 2 一个风区段内属同一气候区，形成大风的天气条件大体一致。
- 3 一个风区段内地形条件类似，海拔相近。
- 4 对山口、谷口、山顶、盆地、山谷等特殊地形应酌情作加大或减小风速处理。

26.0.9 架空输电线路冰区划分，冰区的起点的级和级差一般为5mm和10mm。冰区划分应符合下列规定：

- 1 一个冰区段内各点的设计冰厚要基本接近。
- 2 一个冰区段应属同一气候区，形成覆冰的天气条件应大致相同。
- 3 一个冰区段内应地形条件类似，海拔相近。
- 4 一个冰区段内线路的走向应基本一致。
- 5 对风口、分水岭、迎风坡等特殊微地形微气候区，设计冰厚宜酌情加大处理。

附录 A 拥挤地段平面图样图

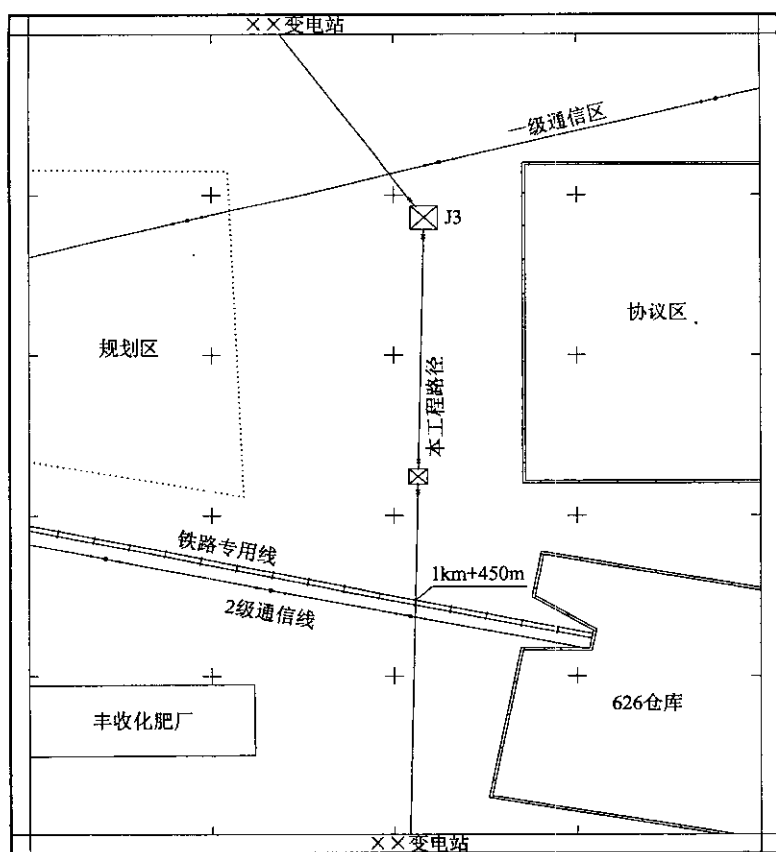


图 A 拥挤地段平面图样图

附录 C 变电站或发电厂进出线平面图样图

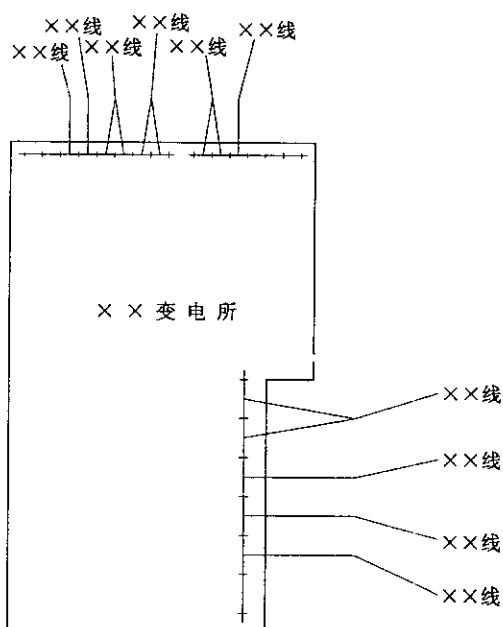


图 C 变电站或发电厂进出线平面图样图

附录 D 测量标桩规格及埋设尺寸

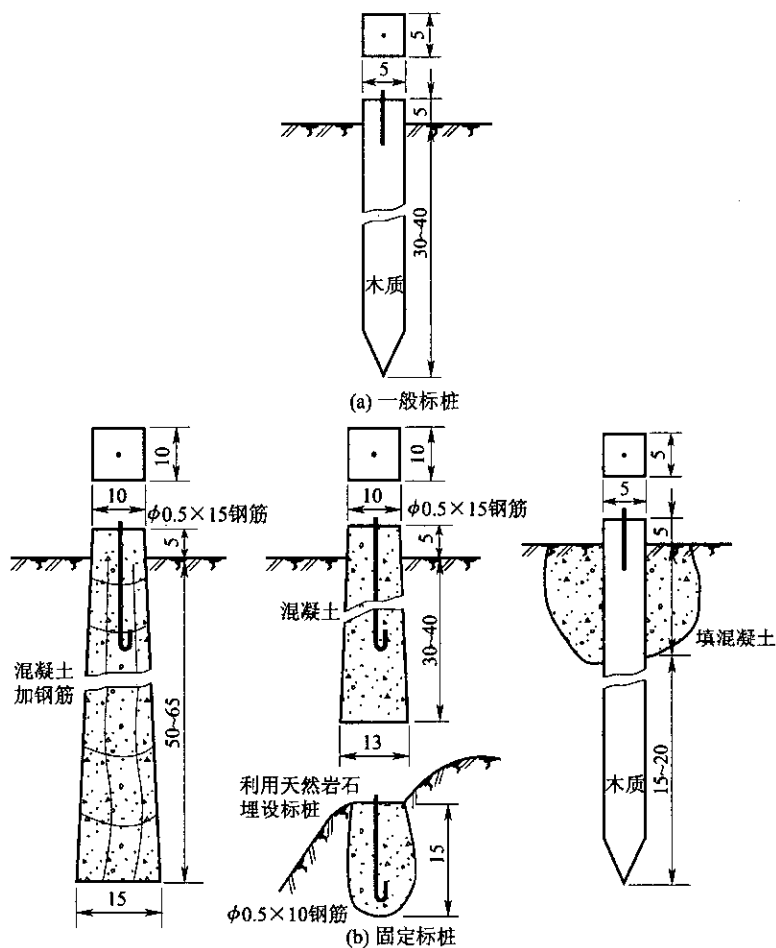


图 D 测量标桩规格及埋设尺寸

注:1 本图注记尺寸以 cm 为单位。

2 标桩长度与埋设深度可视土质而定。

附录 E 平行接近线路相对位置平面图样图

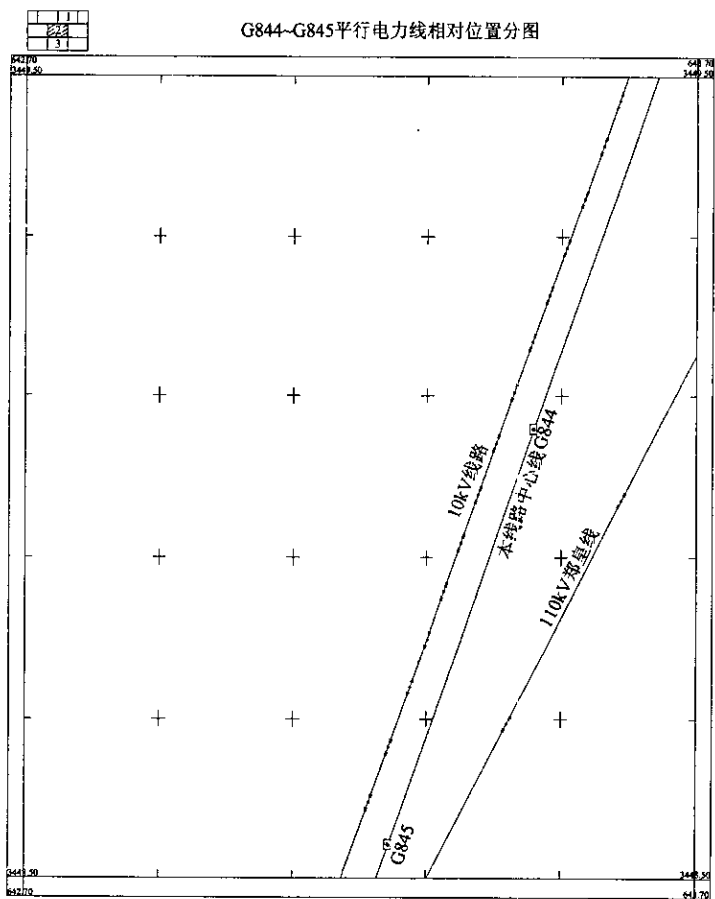


图 E 平行接近线路相对位置平面图样图

附录 F 输电线路平断面图

F.0.1 平地区输电线路平断面图应符合图 F-1(见插页)输电线路平断面图(平地区)的规定。

F.0.2 平丘区输电线路平断面图应符合图 F-2(见插页)输电线路平断面图(平丘区)的规定。

F.0.3 山区输电线路平断面图应符合图 F-3(见插页)输电线路平断面图(山区)的规定。


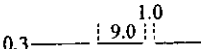
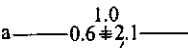

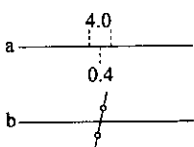
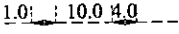
F.0.4 输电线路交叉跨越平断面图应符合图 F-4(见插页)输电线路平断面图(补充交叉跨越图例)的规定。

附录 G 平面图、断面图符号表

G.0.1 输电线路平面图符号应符合表 G-1 平面图符号表的规定。

G.0.2 输电线路断面图符号应符合表 G-2 断面图符号表的规定。

表 G-1 平面图符号表

编号	符合名称	图形及尺寸	简要说明
G1.1	房屋 依比例尺		G1.1 符号按真方向比例绘出
G1.2	大车路、机耕路		G1.2 指路面经过简易修筑, 但没有路基, 一般为通行大车、拖拉机等道路, 某些地区也可能通行汽车
G1.3	架空索道		G1.3 架空索道首支架位置实测表示, 图内无支架时, 用符号“b”表示, 符号绘在线路中心线处
G1.4	b. 图内无支架的 电力线		G1.4 电力线表示, 按电压等级, 380V 以内的用单箭头, 10kV 以上用双箭头, 水泥杆上的或塔上的, 均用此符号表示, 杆塔位置应实测, 并按图 a 表示。无杆塔时, 按图 b 表示。符合绘在线路中心线处。
G1.5	a. 图内有杆塔的 b. 图内无标塔 的		判断不同电压等级, 一般直线上杆塔每串绝缘子数量超高压 500kV 有 28 个绝缘子, 高压 220kV 有 13 个绝缘子, 高压 110kV 有 7 个绝缘子, 中压 35kV 有 2 个绝缘子, 10kV 为每相为单个绝缘子
G1.6	通信线		G1.5 通信线线杆位置实测表示, 图内无线杆时, 用图 b 表示, 符号绘在线路中心线处
G1.6.1	a. 图内有线杆 的 b. 图内无线杆 的 地下电缆 地下电力线		G1.6.1 地下电力线按电压等级表示, 380V 以内的用单箭头, 10kV 以上的用双箭头

续表 G-1

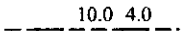
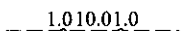
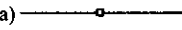
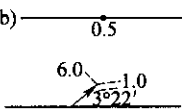
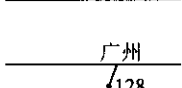
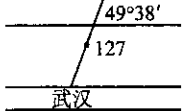
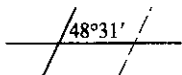
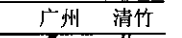
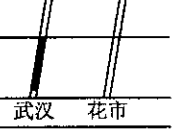
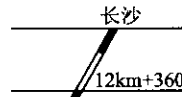
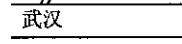
编号	符合名称	图形及尺寸	简要说明
G1.6.2	地下通信线		G1.7 架设在地面上或地面下用以输送石油、煤气、水蒸气以及工农业用水等的各种管道,并加注输送物名称。图中虚线部分表示地下的管道
G1.7			
G1.8	地下管道	(a) 	G1.8 埋设的固定桩用图(a)表示。木桩用图(b)表示
		(b) 	
G1.9	转角 3°22'—转角 度数		G1.9 箭头在线路中心线之上表示路径左转,箭头在线路中心之下表示路径右转
G1.10			
G1.11	杆号注记 交叉角注记		G1.11 通信线和地下通信线庆注记与线路交叉的锐角
			
G1.12	通向注记		G1.12 铁路和主要公路(高速公路、一级至四级公路)应当注明通向,注记在平面图内外栏线之间。铁路通向可注记的大客站,公路通向可注记大的居民点。跨越或穿越已有 110kV 及以上等级线路时,应注明通向及两侧塔位号
			
G1.13	里程注记		G1.13 铁路应注记与线路交叉处的里程,精确到 10m。注记在平面图中心线交叉空白处

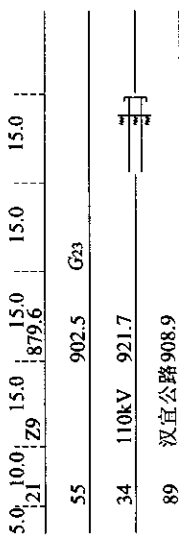
表 G-2 断面图符号表

编号	符合名称	图形及尺寸	简要说明
G2.1	<p>中心断面线</p> <p>a. 依比例尺的深渠或小沟</p> <p>b. 不依比例尺的深渠或小沟</p> <p>c. 陡坡或山谷可不测</p>		<p>G2.1 反映线路中心地面起伏形状的地面线叫做中心断面线。对未测深度的渠或宽度不大未测深度的小沟用符号“a”表示</p> <p>当线路与水沟交叉时,用符号“b”表示</p> <p>未测的断面不影响导线对地安全以虚线绘示,符合号“c”表示</p>
G2.2	边线断面线		<p>G2.2 反映线路边导线地面起伏形状的地面线,叫做边线断面线。边线位置根据实际的导线间距而定</p>
G2.2.1	左边线		
G2.2.2	右边线		
G2.3	<p>风偏横断面</p> <p>a. 中线有测点的</p> <p>b. 中线无测点的 102.7 为起测点高程</p>		<p>G2.3 横断面图以线路中心线为起点,图形底部下面一栏标记距离,上面一栏注记高差。高差注记为垂直字列,字头向左。左横断面绘在起点的左侧,右横断面绘在起点的右侧。当中线有测点时,图的起点与中线测点相连;当中线无测点时,用符号“b”表示,距离栏的第一个数字表示第一个测点至中线的距离。横断面图宜布置在中心断面线之上,起点线向下画;当断面线上比较拥挤,布置有困难时,也可绘于中心断面线之下,起点线向上画</p>

续表 G-2

编号	符合名称	图形及尺寸	简要说明
G2.4	风偏点 L—点在中线 左侧 20—点至中 线距离		G2.4 风偏点是指有风偏影响的孤立点。需要注明点在线路中心的哪一侧以及点至路中心线的距离。“L”表示该点在路线的左侧;“R”表示该点在中线的右侧;35.0 为高程
G2.5	架空交叉跨越		G2.5 电力线、通信线、架空索道、渡槽等架空地物应绘示交叉跨越点位
G2.5.1	最高线高 a. 点在路线 b. 点在边线 c. 点在边线以外		G2.5.1 当点位在中线上时,与中线地面测点相连。当点位在边线以外时,以分式表示,上为该点高程,下为偏距。凡是重要交叉跨越,在中线投影线上应注明累距、高程和名称
G2.5.2	杆高点		G2.5.2 杆高以实心圆表示
G2.5.3	最低线高		G2.5.3 500kV 穿越 500kV 时应注明最近杆高程与偏距
G2.5.4	其他交叉点		G2.5.4 架空索道、架空管道、渡槽等表示方法与 G2.5.2 相同
G2.6	房屋断面		G2.6 中心线 35m 以内的房屋应绘制房屋断面。房屋在线路中心线上最宽的投影作为符号的宽度。“a”为平顶;“b”为尖顶

续表 G-2

编号	符合名称	图形及尺寸	简要说明
G2.7	投影线 a. 塔位 b. 塔位或门型架 c. 电力线或通信线 d. 其他交叉跨越		<p>G2.7 中心断面线上的点至断面图高程起点线的垂线,叫做投影线。在桩位、杆塔位及门型架、线路交叉跨越的架空地物、主要公路及铁路、地下电缆、地面及地下管道的中线交充满点位置绘制投影线。投影线上的注记为垂直字列,字头朝左,宜放在投影线的左侧。当投影线过于密集放在左侧有困难时,也可放在右侧,或断开投影线放在中心</p> <p>累距一栏注记累距百米后的零头,高程一栏架空地物注记中线交叉点的高程,其他地物注记地面高程</p> <p>电力线及地下电力线注记电压等级一、二级通信线注记等级,木质杆的材料注记在等级之后用括号括起来,如一级(木杆)。电力线和通信线还要绘制杆(塔)型。杆(塔)型符号根据实际形象简化,高度适当缩短,宽度不得超过 6mm</p> <p>主要公路及铁路注记专有名称。电气化铁路注记有影响的悬吊线高和杆顶高</p> <p>管道注记输送物名称,架空和地面管道还要注记管道材料。材料注记在名称之后用括号括起来,如水(水泥)。主要公路以中心向两侧绘制投影线</p>

附录 H 交叉跨越断面分图样图

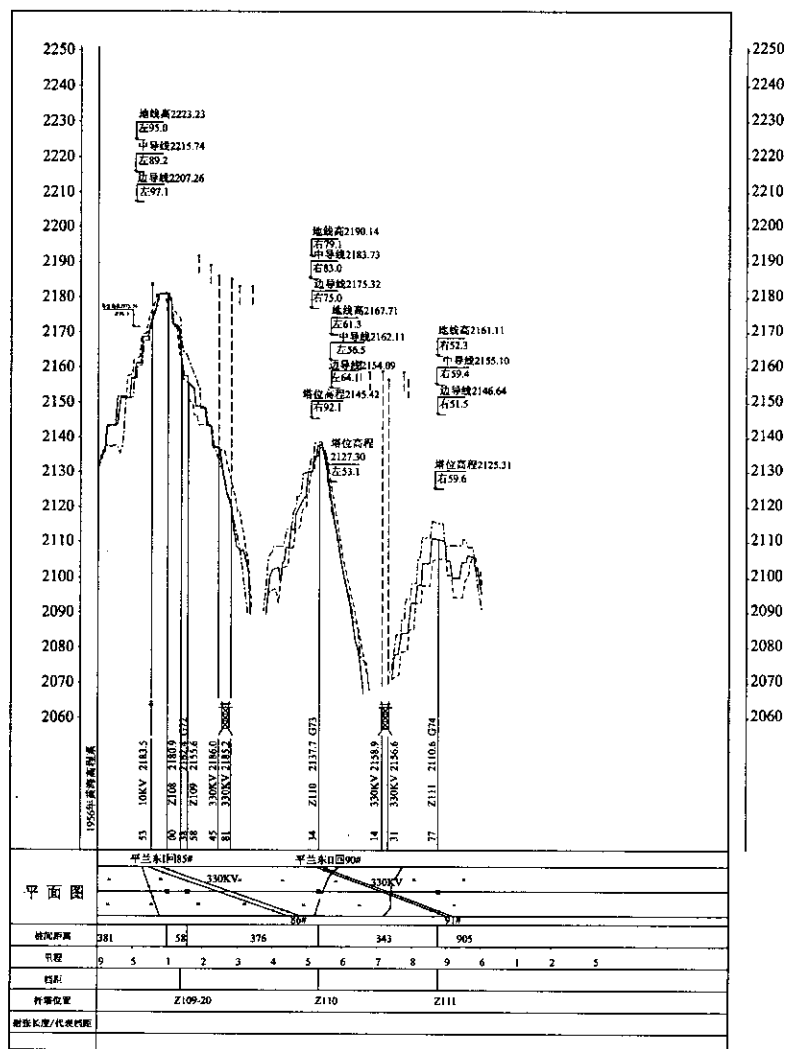


图 H 交叉跨越断面分图样图

附录 J 交叉跨越平面分图样图

J.0.1 采用表格式绘制交叉跨越平面分图应符合图 J-1 交叉跨越平面分图(表格式)的规定。

J.0.2 采用注记式绘制交叉跨越平面分图应符合图 J-2 交叉跨越平面分图(注记式)的规定。

G1655~G1656跨越张恩线500kV线路平面分图

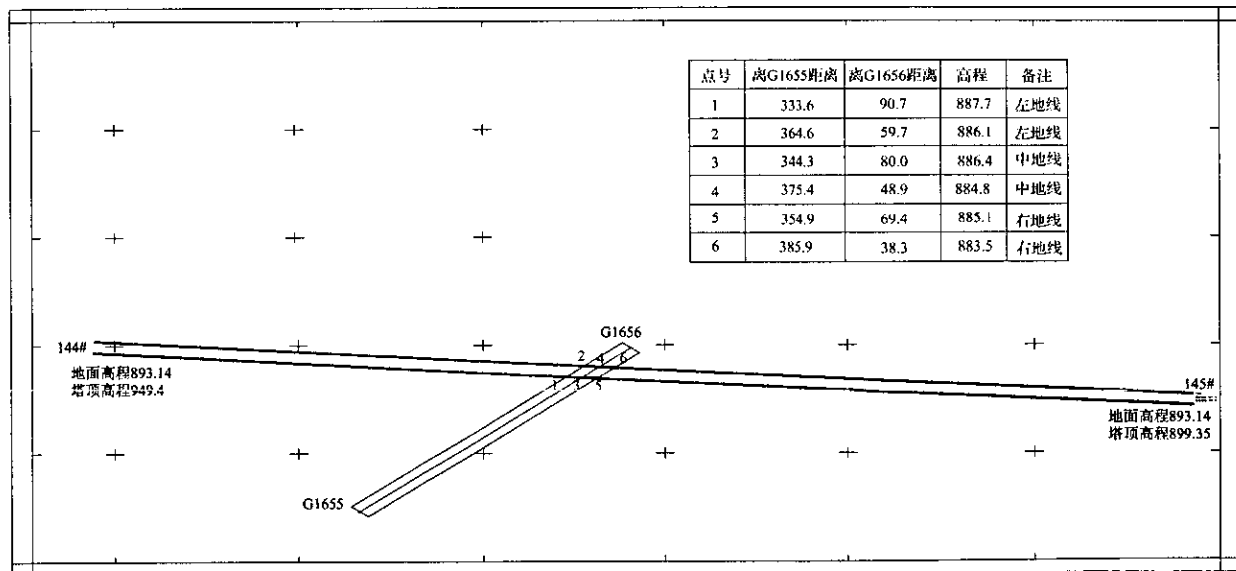


图 J-1 交叉跨越平面分图(表格式)样图

G238-G239跨越500kV宜华线平面分图

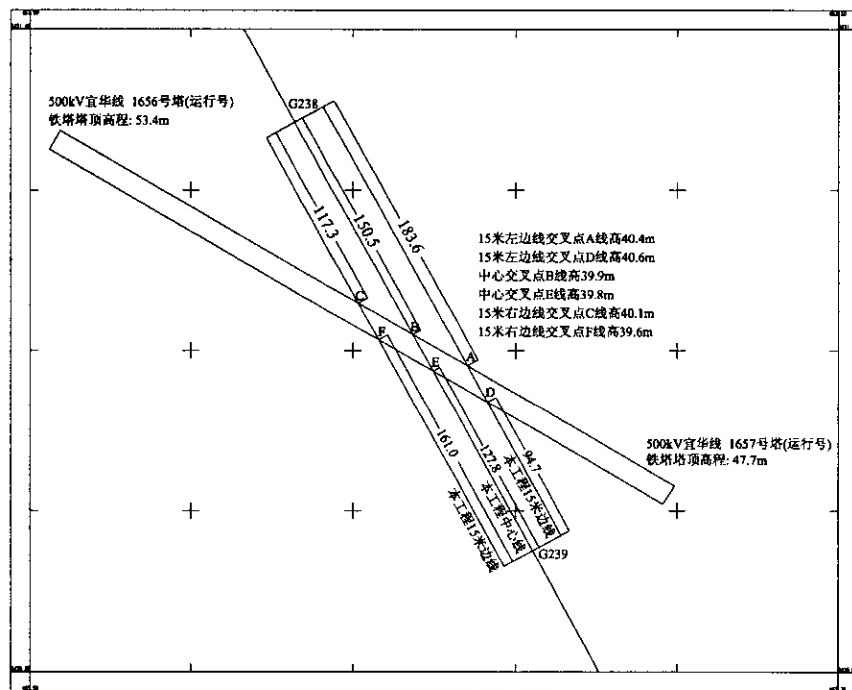


图 J-2 交叉跨越平面分图(注记式)样图

附录 K 塔基断面图样图

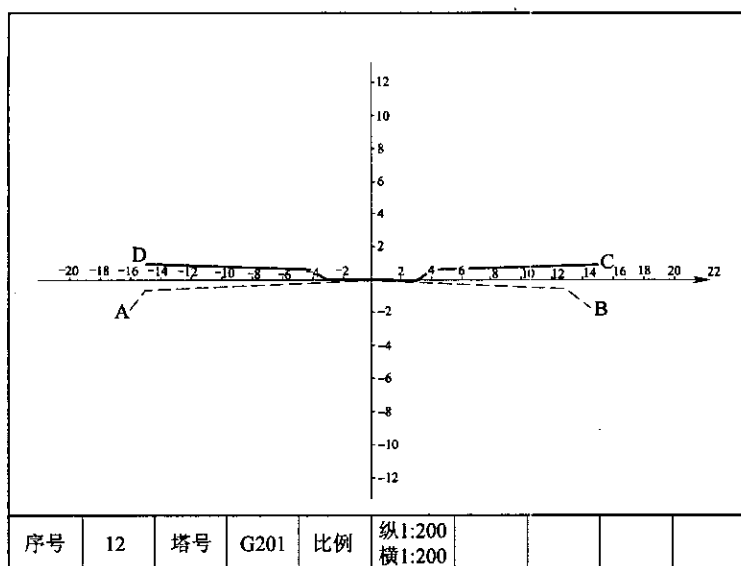


图 K 塔基断面图样图

附录 L 塔位地形图样图

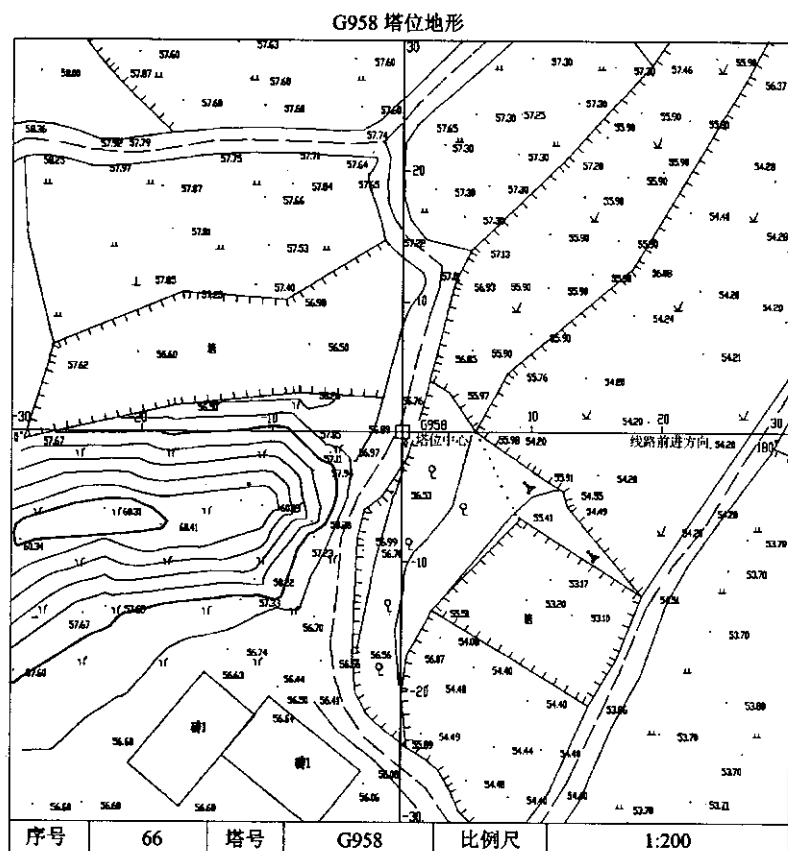


图 L 塔位地形图样图

附录 M 房屋分布图样图

房屋分布图 (G922-G923)

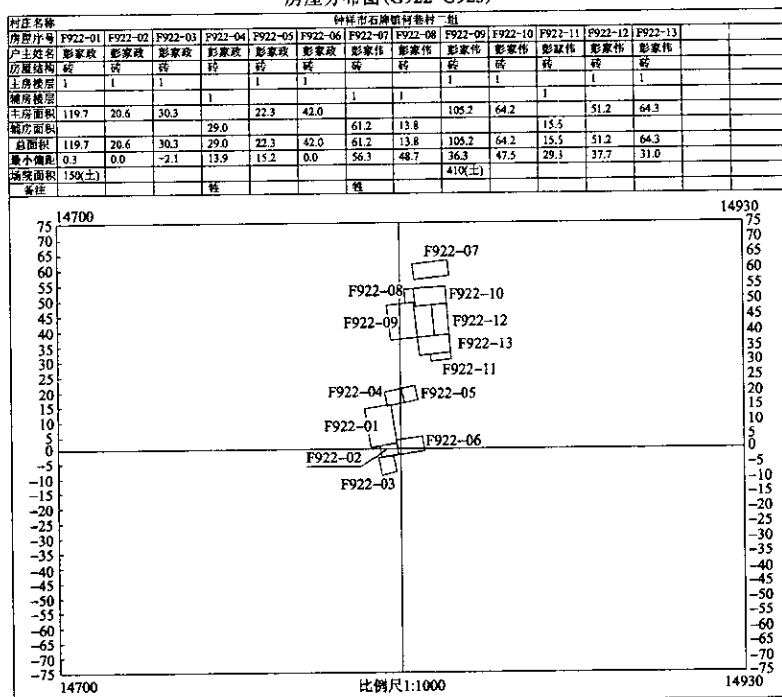


图 M 房屋分布图样图

附录 N 塔基水文条件一览表

表 N 塔基水文条件一览表

序号	地段名称 (水域、内 涝区、分蓄 洪区名称)	杆塔号及地面高程		设计洪水位		设计内涝(分蓄洪)水位				通航水域			备 注
		杆塔 号	地面高程 (m)	频率 (%)	水位 (m)	频率 (%)	水位 (m)	水深 (m)	持续 时间 (d)	通航 等级	通航净空 高度 (m)	最高通 航水位 (m)	
1													
2													
3													

注:表内水位高程系统为线路高程。

附录 P 设计风速计算

P. 0.1 设计风速的计算应符合下列要求:

1 将不同风仪高度的风速统一至设计高度的风速,应按下式计算。

$$V_z = V_1 \left(\frac{Z}{Z_1} \right)^{\alpha} \quad (\text{P. 0. 1-1})$$

式中: V_z ——高度为 Z 处的风速(m/s);

V_1 —— Z_1 高度处的风速(m/s);

Z ——设计高度(m);

Z_1 ——风仪离地高度(m);

α ——地面粗糙度系数。

2 地面粗糙度系数可按表 P. 0. 1-1 选用,表中地面粗糙度上限高度 A 类为 300m、B 类为 350m、C 类为 400m、D 类为 450m。气象台站在开阔平坦地区,地面粗糙度宜按 B 类考虑。

表 P. 0. 1-1 地面粗糙度系数

类别	α	地 面 特 征
A	0. 12	近海海面、海岛、海岸、湖岸及沙漠地区
B	0. 16	田野、乡村、丛林、丘陵及房屋比较稀疏的中小城镇和大城市郊区
C	0. 22	有密集建筑群的城市市区
D	0. 30	有密集建筑群且房屋较高的大城市市区

3 当气象站风速资料为定时观测 2min 平均或瞬时极大值时,应进行观测次数和风速时距的订正,统一为自记 10min 平均风速,次时订正应按下式计算。

$$V_{10\min} = aV_{T\min} + b \quad (\text{P. 0. 1-2})$$

式中: $V_{10\min}$ ——10min 平均最大风速(m/s);

V_{Tmin} ——定时 2min 平均或瞬时最大风速(m/s);

a, b ——系数, 可通过搜集当地分析成果或根据资料计算确定, 也可按表 P. 0. 1-2 选用。

表 P. 0. 1-2 风速次时换算公式系数

时距	地区	a	b	时距	地区	a	b	
瞬时与 10min 平均风速	华北 西北 东北	0.65	0.50	4 次定时与 10 min 平均风速	东北	0.97	3.96	
	西南	0.66	0.80		华北	0.88	7.82	
					西北	0.85	5.21	
	云南 贵州	0.70	-1.60		西南	0.75	6.17	
					云南	0.625	8.04	
	华南	0.73	-2.80		四川	1.25	0	
					山东	0.855	5.44	
	渤海 海面	华东 华中	0.69		-1.38	山西南、北部	0.834	7.40
						山西中部	0.749	8.56
						华东及安徽长江以南	0.78	8.41
安徽长江以北						1.03	3.76	
江苏						1.184	1.49	
华中						0.73	7.00	
广东						1.00	3.11	
福建						0.91	4.96	
广西						0.793	4.71	
河北、北京				0.81		4.72		
天津	0.864	4.64						
北海	0.904	2.79						

P. 0. 2 风速频率分析计算采用 P-Ⅲ型分布或极值 I 型分布, 对特大值应作重现期分析处理。

P. 0. 3 设计风速的地形调整应符合下列规定:

1 气象站宜位于平地, 山区设计风速应按工程实际情况通过

大风调查和对比观测分析移用气象站设计风速。山区风速调整可按下式计算。

$$V_0 = K_x V_q \quad (\text{P. 0. 3})$$

式中: V_0 ——山区设计风速(m/s);

K_x ——山区风速调整系数;

V_q ——气象站设计风速(m/s)。

2 山区风速调整系数,宜采用实测资料分析成果;无实测资料可按表 P. 0. 3-1 选用。

表 P. 0. 3-1 山区风速调整系数

山区地形条件	调整系数
山间盆地、谷地等闭塞地形	0. 87~0. 92
与大风方向一致的谷口、山口	1. 10~1. 23

3 滨海设计风调整应符合下列规定:

1)沿海海面 and 海岛线路的设计风速,由陆地上气象站风速计算确定时,应作陆面与海面的调整换算,调整系数可按表 P. 0. 3-2 选用。

表 P. 0. 3-2 海面 and 海岛风速调整系数

距海岸距离(km)	调整系数
<40	1. 00
40~60	1. 00~1. 05
60~100	1. 05~1. 10

2)滨海线路工程设计风速取值,不仅要作单站风速计算,还要作线路附近海岛、海岸各站的风速计算分析和大风调查,并考虑线路与台站的地形差异等影响风速的因素,经综合分析后确定设计风速。

附录 Q 设计冰厚计算

Q.0.1 单导线设计冰厚可按式(Q.0.1-1)计算,亦可按式(Q.0.1-2)计算。

$$B = K_h K_T K_\phi K_l K_d K_j B_0 \quad (\text{Q.0.1-1})$$

$$B = K_h K_T K_\phi B_0 \quad (\text{Q.0.1-2})$$

式中: B ——设计冰厚(mm);

B_0 ——标准冰厚(mm);

K_h ——高度换算系数;

K_T ——重现期换算系数;

K_ϕ ——线径换算系数;

K_l ——线路走向换算系数;

K_d ——地形换算系数;

K_j ——档距换算系数。

Q.0.2 根据实测冰重计算标准冰厚可按下式计算。

$$B_0 = \left(\frac{G}{0.9\pi L} + r^2 \right)^{0.5} - r \quad (\text{Q.0.2})$$

式中: B_0 ——标准冰厚(mm);

G ——冰重(g);

π ——圆周率;

L ——覆冰体长度(m);

r ——导线半径(mm)。

Q.0.3 根据实测覆冰长短径计算标准冰厚可按下式计算。

$$B_0 = \left(\frac{\rho}{3.6} (ab - 4r^2) + r^2 \right)^{0.5} - r \quad (\text{Q.0.3})$$

式中: ρ ——实测或调查覆冰密度(g/cm³);

a ——覆冰长径(包括导线)(mm);

b ——覆冰短径(包括导线)(mm)。

Q.0.4 根据调查或实测覆冰直径计算标准冰厚可按下式计算。

$$B_0 = \left(\frac{\rho}{0.9} (K_s R^2 - r^2) + r^2 \right)^{0.5} - r \quad (\text{Q.0.4})$$

式中: R ——覆冰半径(包括导线)(mm);

K_s ——覆冰形状系数, $K_s = b/a$ 。覆冰形状系数应由当地实测覆冰资料计算分析确定, 无实测资料地区可参照表 Q.0.4 选用。

表 Q.0.4 覆冰形状系数

覆冰种类	覆冰附着物名称	覆冰形状系数
雨凇、雾凇	电力线、通信线	0.80~0.90
雨雾凇混合冻结	树枝、杆件	0.30~0.70
湿雪	电力线、通信线、树枝、杆件	0.80~0.95

注: 小覆冰的形状系数靠下限选用; 大覆冰的形状系数靠上限选用。

Q.0.5 有实测长短径资料可按式(Q.0.5-1)计算密度; 有周长资料可按式(Q.0.5-2)计算密度; 有横截面面积资料可按式(Q.0.5-3)计算密度。无实测资料时, 可分析借用邻近地区的实测导线覆冰密度资料; 对于借用覆冰密度资料有困难的地区, 覆冰密度可按表 Q.0.5 选用。

$$\rho = \frac{4G}{\pi L(ab - 4r^2)} \quad (\text{Q.0.5-1})$$

$$\rho = \frac{4\pi G}{L(I^2 - 4\pi^2 r^2)} \quad (\text{Q.0.5-2})$$

$$\rho = \frac{G}{L(A - \pi r^2)} \quad (\text{Q.0.5-3})$$

式中: I ——覆冰周长(mm);

A ——包括导线的覆冰横截面积(mm²)。

表 Q.0.5 覆冰密度表

覆冰种类	雨 淞	雾 淞	雨雾淞混合冻结	湿 雪
密度 g/cm ³	0.7~0.9	0.1~0.3	0.2~0.6	0.2~0.4

注：高海拔地区宜靠下限选用，低海拔地区宜靠上限选用。

Q.0.6 设计冰厚换算系数计算应符合下列要求：

1 高度换算系数可按式计算。

$$K_h = \left(\frac{Z}{Z_0} \right)^{\alpha} \quad (\text{Q.0.6-1})$$

式中：K_h——高度订正系数；

Z——设计导线离地高度(m)；

Z₀——实测或调查覆冰附着物高度(m)；

α——指数，应由实测覆冰资料计算分析确定，无资料地区可采用 0.22。

2 调查最大覆冰厚度的估算重现期与设计重现期不同时，应作重现期换算，重现期换算系数可按表 Q.0.6 选用。

表 Q.0.6 重现期换算系数表

设计重现期年	调查重现期年							
	100	50	30	20	15	10	5	2
50	0.91	1.00	1.10	1.16	1.23	1.30	1.60	2.20
30	0.86	0.94	1.00	1.10	1.15	1.25	1.50	2.10

3 线径换算系数应根据实测资料分析确定，无实测资料地区可按式计算：

$$K_{\phi} = 1 - 0.126 \ln \left(\frac{\phi}{\phi_0} \right) \quad (\text{Q.0.6-2})$$

式中：K_φ——线径换算系数；

φ——设计导线直径(mm)；φ≤30mm；

φ₀——覆冰导线直径(mm)。

本规范用词说明

1 为便于在执行本规范条文时区别对待,对要求严格程度不同的用词说明如下:

1)表示很严格,非这样做不可的:

正面词采用“必须”,反面词采用“严禁”;

2)表示严格,在正常情况下均应这样做的:

正面词采用“应”,反面词采用“不应”或“不得”;

3)表示允许稍有选择,在条件许可时首先应这样做的:

正面词采用“宜”,反面词采用“不宜”;

4)表示有选择,在一定条件下可以这样做的,采用“可”。

2 条文中指明应按其他有关标准执行的写法为:“应符合……的规定”或“应按……执行”。

引用标准名录

- 《建筑抗震设计规范》GB 50011—2001
- 《岩土工程勘察规范》GB 50021—2001
- 《湿陷性黄土地区建筑规范》GB 50025—2004
- 《工程测量规范》GB 50026—2007
- 《河流流量测验规范》GB 50179—93
- 《膨胀土地地区建筑技术规范》GBJ 112—87
- 《水位观测标准》GB/T 50138—2010
- 《土工试验方法标准》GB/T 50123—1999
- 《内河通航标准》GB 50139—2004
- 《工程岩体试验方法标准》GB/T 50266—1999
- 《冻土工程地质勘察规范》GB 50324—2001
- 《经纬仪系列及基本参数》GB 3161—1982
- 《水准仪系列及基本参数》GB 3160—1991
- 《中、短程光电测距规范》GB/T 16818—2008
- 《建筑桩基技术规范》JGJ 94—2008

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

条文说明

制 定 说 明

一、本规范编制遵循的主要原则

符合国家的有关法律和行政法规的规定;符合贯彻落实科学发展观的要求,贯彻执行国家的技术、经济政策,密切结合自然条件,做到技术先进、经济合理、安全适用、资源节约、环境友好;充分反映近年来西电东送、南北互供、全国联网 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、应用的科技成果以及业主、设计、施工、运行的新要求;在全国范围内统一 330kV~750kV 架空输电线路工程勘测的质量要求,加强电力抗灾能力建设,确保为设计、施工和运行提供准确可靠的设计依据和基础资料,满足 330kV~750kV 架空输电线路工程建设的需要。

二、编制工作概况

本规范从 2006 年 8 月召开编制工作筹备会开始到 2008 年 12 月完成报批稿,经历了准备阶段、征求意见阶段、送审阶段和报批阶段四个阶段的编制工作。

(一)准备阶段的工作

召开编制组第一次工作会议,重点讨论了中南电力设计院起草的编制工作大纲,确定了主要章节及需要调研的专题,讨论了章节的内容要点,明确了编制组成员分工。

(二)征求意见阶段的工作

1. 开展调查研究工作,编制组根据审定的编制工作大纲开展调查研究工作。中南电力设计院等 4 个编制单位负责专题调研的编制人对 7 个主要问题分别进行了调研和资料搜集,撰写了 7 份调查研究报告。调研和搜集资料的对象共 26 个单位,包括电力勘测设计、建筑设计、测绘、气象,这些调查对象具有代表性和典型

性。2008年初发生了南方低温雨雪冰冻天气灾害,编制组及时开展了线路气象设防标准的专题调研工作,撰写了《2008年南方雪灾对电网的影响以及提高输电线路气象设防标准的研究》专题报告。这些都为本规范的制定提供了可靠的依据。

2. 广泛征求意见,2007年5月31日,将征求意见稿上传至国家工程建设标准化信息网,在全国范围广泛征求意见。同时,在电力行业电力规划设计系统有重点的征求意见,包括业主单位国家电网公司、南方电网公司以及电力勘测设计单位福建省电力勘测设计院等42个单位。

(三)送审阶段的工作

1. 归纳整理所搜集到的意见并形成“征求意见汇总表”。

2. 召开送审稿审查会,中国电力企业联合会标准化中心、电力行业电力规划设计标准化技术委员会和电力勘测、设计等26个单位的57名代表参加了会议。

(四)报批阶段的工作

根据送审稿审查会会议纪要共37条审查意见,逐条修改送审稿及其条文说明,形成报批稿及其条文说明。

三、重要问题说明

1. 本规范采纳了电力行业标准《500kV架空输电线路勘测技术规程》DL/T 5122—2000及《架空输电线路航空摄影测量技术规程》DL/T 5138—2001的相关条文,与其比较,主要有如下变化:

(1)在初步设计、施工图设计阶段的基础上增加了可行性研究阶段勘测技术要求。

(2)在测量、岩土工程勘察、工程水文勘测三个专业内容的基础上增加了工程气象勘测专业的内容。工程气象勘测侧重于气象要素的调查、观测、分析计算,对分析成果的评价及推荐意见。

(3)新技术成果、新经验的应用:“3S”系统在超高压输电线路中的应用技术研究成果、实时动态定位技术在输电线路测量中的

应用研究成果;卫星遥感影像技术、数字高程模型技术、激光扫描测量、航测相机 DMC 测量等数字摄影测量技术、全球定位系统技术、三维数字模型路径优化、线路勘测设计流程优化、RTK GPS 技术在落实线路路径、定线、平断面测量、定位的应用;冻土、红黏土、风化岩与残积土、混合土、地震液化的勘察;水文测验、溃堤溃坝洪水、滨海、河口水文分析计算、海床演变分析计算的新经验。

(4)业主、设计、施工的新要求:塔位地形测量、房屋分布图测量、塔位坐标测量、林木分布测量等。

(5)项目建设核准制的要求:地质灾害危险性评估、压覆矿产评估、地震安全性评价、压覆文物评估以及防洪评价的要求。

(6)勘察方法:调查测绘、遥感解译、工程物探、勘探与测试。

(7)线路勘测应遵守的法律法规条文予以明确,对勘测过程中应注意的相关行业管理细则予以提示。

2. 为了广大设计、施工、科研、学校等单位有关人员在使用本规范时能理解和执行条文规定,《330kV~750kV 架空输电线路勘测规范》编制组按章、节、条顺序编制了本规范的条文说明,对条文规定的目的、依据以及执行中需注意的有关事项进行了说明,还着重对强制性条文的强制性理由作了解释。但是,本条文说明不具备与标准正文同等的法律效力,仅供使用者作为理解和把握标准规定的参考。

目 次

1	总 则	(169)
2	术语和符号	(170)
2.1	术语	(170)
3	基本规定	(171)
3.1	测量	(171)
3.2	岩土工程勘察	(173)
3.3	工程水文勘测	(173)
3.4	工程气象勘测	(175)
4	可行性研究阶段测量	(177)
4.2	室内工作	(177)
4.3	现场工作	(178)
5	初步设计阶段测量	(179)
5.1	一般规定	(179)
5.2	室内选择路径方案	(179)
5.3	现场选择路径方案	(179)
5.4	航空摄影	(179)
5.5	GPS 主控网的建立及 GPS 航测外控	(185)
5.6	像片调绘	(188)
5.7	航片扫描	(190)
5.8	空中三角测量	(190)
5.9	建立路径三维数字模型	(191)
5.10	三维数字模型路径优化	(191)
5.11	提交的成品资料	(192)
6	施工图设计阶段测量	(193)

6.1	一般规定	(193)
6.2	选线测量	(193)
6.3	定线测量	(195)
6.4	桩间距离和高差测量	(205)
6.5	平面及高程联系测量	(206)
6.6	平面及断面测量	(207)
6.7	交叉跨越测量	(211)
6.8	定位与检验测量	(211)
6.9	塔基断面及塔位地形测量	(213)
6.10	房屋分布图测量	(214)
6.11	塔位坐标测量	(214)
6.12	林木分布测量	(214)
6.13	接地极极址测量	(215)
6.14	提交的成品资料	(216)
7	可行性研究阶段岩土工程勘察	(217)
8	初步设计阶段岩土工程勘察	(218)
9	施工图设计阶段岩土工程勘察	(219)
9.1	一般规定	(219)
9.2	平原与河谷地区勘察	(219)
9.3	山地丘陵区勘察	(221)
10	岩土工程勘察方法	(222)
10.1	工程地质调查	(222)
10.2	遥感解译	(222)
10.3	工程物探	(223)
10.4	勘探及测试	(223)
11	特殊岩土分布区岩土工程勘察	(224)
11.1	湿陷性黄土	(224)
11.2	冻土	(224)
11.3	软土	(225)

11.4	膨胀岩土	(225)
11.5	红黏土	(227)
11.6	填土	(228)
11.7	风化岩与残积土	(228)
11.8	盐渍土	(229)
11.9	混合土	(229)
12	特殊地质条件岩土工程勘察	(231)
12.1	岩溶与洞穴	(231)
12.2	滑坡	(232)
12.3	崩塌与倒石堆	(233)
12.4	冲沟	(234)
12.5	泥石流	(235)
12.6	地震液化	(235)
12.7	采空区	(236)
13	原体试验	(238)
13.1	一般规定	(238)
13.2	基桩原体试验	(238)
13.3	锚杆基础和原状土基础试验	(239)
13.4	原体试验成果编制	(239)
14	基坑检验	(240)
15	岩土工程勘察成果	(241)
15.1	一般规定	(241)
15.2	可行性研究阶段	(241)
15.3	初步设计阶段	(242)
15.4	施工图设计阶段	(242)
16	可行性研究阶段工程水文勘测	(243)
16.1	一般规定	(243)
16.2	勘测内容深度与技术要求	(243)
16.3	勘测成果	(243)

17	初步设计阶段工程水文勘测	(245)
17.1	一般规定	(245)
17.2	勘测内容深度与技术要求	(245)
17.3	勘测成果	(245)
18	施工图设计阶段工程水文勘测	(247)
18.1	一般规定	(247)
18.2	勘测内容深度与技术要求	(248)
18.3	勘测成果	(251)
19	水文查勘	(252)
19.1	一般规定	(252)
19.2	人类活动影响调查	(252)
19.3	洪涝调查	(252)
19.4	河床演变调查	(253)
19.5	冰情及河流漂浮物调查	(253)
19.6	特殊地区水文调查	(254)
20	水文分析计算	(255)
20.1	一般规定	(255)
20.2	天然河流设计洪水	(256)
20.3	水库上下游设计洪水	(257)
20.4	溃堤溃坝洪水	(257)
20.5	冰情洪水	(263)
20.6	特殊地区洪水	(264)
20.7	设计洪水位	(265)
20.8	设计流速	(265)
20.9	滨海、河口水文分析计算	(266)
21	河(海)床演变分析	(275)
21.1	一般规定	(275)
21.2	河床演变分析	(275)
21.3	海床演变分析	(275)

22	可行性研究阶段工程气象勘测	(277)
22.1	一般规定	(277)
22.2	勘测内容深度与技术要求	(277)
22.3	勘测成果	(277)
23	初步设计阶段工程气象勘测	(278)
23.1	一般规定	(278)
23.2	勘测内容深度与技术要求	(278)
23.3	勘测成果	(278)
24	施工图设计阶段工程气象勘测	(279)
24.1	一般规定	(279)
24.2	勘测内容深度与技术要求	(279)
24.3	勘测成果	(279)
25	气象调查	(280)
25.1	一般规定	(280)
25.2	大风调查	(280)
25.3	覆冰调查	(281)
25.4	主导风向调查	(282)
25.5	专用气象站与观测	(282)
26	气象分析计算	(284)

1 总 则

1.0.1 制定本标准的目的。330kV~750kV 架空输电线路的电压等级范围指 330kV、500kV、750kV 交流以及 $\pm 400\text{kV}$ 、 $\pm 500\text{kV}$ 、 $\pm 660\text{kV}$ 直流架空输电线路。

1.0.2 本标准适用范围。适用电压等级为 330kV、500kV、750kV 交流以及 $\pm 400\text{kV}$ 、 $\pm 500\text{kV}$ 、 $\pm 660\text{kV}$ 直流架空输电线路；适用工程建设性质为新建、改建工程；适用勘测阶段为可行性研究阶段、初步设计阶段、施工图设计阶段勘测；适用专业为测量、岩土工程勘察、工程水文勘测、工程气象勘测。不适用于架空输电线路大跨越工程勘测。

1.0.3 勘测阶段与设计阶段划分的关系，勘测阶段的划分应与设计阶段相适应。

1.0.4 本条为强制性条文。工程勘测所使用的计量仪器、设备，是指“国家依法管理的计量器具目录”中所列的相关仪器设备；对所使用的专业应用软件，强调了应经过鉴定或验证。工程勘测所使用的计量仪器、设备是获取勘测原始资料的重要工具，必须通过定期检验，确保工程勘测所使用的计量仪器、设备状态良好。工程勘测所使用的专业应用软件是工程勘测分析计算重要基础，必须通过鉴定或验证，确保所使用的专业应用软件是正确可靠的。

1.0.5 根据勘测野外现场工作的特点，强调了工程勘测第一手资料的真实和准确。所搜集的引用资料应经过验证，主要是强调对于所引用资料正确性的验证。

1.0.7 在执行本规范时，与国家现行有关标准的规定间的关系。

2 术语和符号

2.1 术 语

2.1.19 基于岩土体的不均匀性、不确定性和目前的勘察技术水平,在施工图设计阶段勘察过程中,难以查明复杂场地或复杂地基的工程地质条件;对于某些有特殊要求的杆塔,例如需要对基桩进行长期应力应变监测的杆塔等,施工图设计阶段勘察成果也难以满足特殊要求的需要。施工勘察即指在施工期间,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。包括复杂场地的施工超前勘探和地质预报、施工地质编录以及杆塔基础和地基的变形监测。施工勘察不是一个固定的勘察阶段,视工程需要而定。

3 基本规定

3.1 测 量

3.1.1 航空摄影测量技术、遥感技术、卫星定位测量、激光扫描测量技术都是应用 330kV~750kV 架空输电线路工程测量的技术和方法,不同的技术和方法生产产品的精度要求在本规范上应是一致的,只是表述的方式有差别。测量规范除对产品精度规定外,还对采用不同的技术中的工序、图形、操作方法都有要求。由于激光扫描测量技术完成的测量产品理论上能满足本规范的要求,但由于目前应用的工序、操作方法、过程控制还不成熟,所以只能在通过精度检验,满足本规范相应的产品精度要求条件下,从试点、逐步推广到普及。

卫星定位测量:利用多台接收机同时接收多颗定位卫星信号,确定地面点三维坐标的技术。卫星定位测量概念是导航卫星定位系统领域多元化或多极化的格局总体概括。本规范“卫星定位测量”简称 GPS 测量,它包括美国的卫星定位系统——The Global Position System、俄罗斯的 GLONASS 卫星定位系统、欧盟委员会 GALILEO 卫星定位系统和我国北斗一号卫星导航定位系统。

3.1.2 各阶段的 GPS 测量采用统一的平面和高程系统既方便测量专业本身在一个工程中的数据方便利用,也使用户(电气、水文、岩土等专业、施工单位)使用方便。很多线路工程路径长度几百千米,导致高斯投影变形很大(特别是东西方向的线路),外控平差、航测内业断面、量距、定位、施工放样都有很大影响,所以为了控制投影变形,一个工程可选择多个中央子午线。虽保证了变形影响小,但会使各投影带交接处坐标数据接洽很麻烦。所以要综合考虑选择多个投影带及投影带的合理中央子午线。

3.1.3 平面图宽度测量范围是以设计专业对 330kV、500kV 和 ± 400 kV、

±500kV 与 ±660kV、750kV 架空输电线路工程的不同要求而确定的。

3.1.4 测量原始数据文件和工程管理文件为测量专业需要保留的文件。尽量避免交互式手工输入,修改原数据时应联动修改用此数据生成的相关数据和图形文件。校审重点应放在数据输入和交互式编辑内容上。

3.1.5 分别规定了全站仪或经纬仪直接定线和 GPS 定线的直线性精度、桩间距离的精度指标。规定了直线桩、塔位桩的高程精度指标。全站仪或经纬仪直接定线的直线性精度、桩间距离精度是以传递桩为衡量对象。GPS 定线的直线性精度、桩间距离的精度指标是以相邻直线桩或相邻塔位桩为衡量对象。直线桩、塔位桩的高程精度也是以相邻直线桩或相邻塔位桩为衡量对象。

坐标中误差是指真坐标与测量最或然坐标值的差值之平方和的平方根。相邻直线桩或相邻塔位桩的相对坐标中误差是指桩间相对位置的中误差。限差是指在一定观测条件下规定的测量误差的限值。限差宽度是容许的上、下限之间差数的绝对值。

3.1.6 对使用 GPS 进行平面坐标的联系测量、像片控制点测量、平断面测量、交叉跨越平面测量、地形图测量、塔位桩和直线桩测量的作业模式进行了规定。椭球基本参数一般包括主要几何和物理常数,即长半径、短半径、扁率、第一偏心率平方、第二偏心率平方、地球引力常数。

3.1.7 对 GPS 测量布设直线桩的要求进行了规定。对基准站的选择、观测方法作出了要求。

3.1.8 一条线路统一线路前进方向和顺线路前进方向递增,使得累距和桩号有规律,做到不混乱。特别是一条线路分多段作业时,很有必要。线路前进方向一般是从起点面向迄点的方向为前进方向。

3.1.9 根据线路工程的不同环境状况选择相适应的测量方法和测量仪器设备,执行相对应的精度指标,控制产品质量,优化工序设置,执行相应的技术要求可以提高工效。

3.1.10 测距仪、经纬仪、水准仪的分级都是执行相应的国家标

准。高级别的仪器能替代低级别的仪器应用。全站仪的级别分别按其测距的精度指标按测距仪的分级规定,其测角的精度指标按经纬仪的分级规定。

3.2 岩土工程勘察

3.2.2 施工勘察不包括在施工图设计阶段岩土工程勘察之内,一般在线路工程施工过程中进行。对于岩溶发育场地、矿产采空区、人工填土分布场地、地下工程布置场地、岩脉和花岗岩中球状风化体分布区等,由于其地基条件复杂,在施工图设计阶段勘察期间按照常规勘探不能查明其具体的地基条件,宜在施工过程中根据具体的基础型式、基础位置和尺寸,结合基坑开挖情况,有针对性地进行勘探、监测、分析和评价,并提出勘察报告。对于某些有特殊要求的杆塔,例如需要对基桩进行长期应力应变监测的杆塔等,施工图设计阶段岩土工程勘察成果也难以满足特殊要求的需要,在施工期间,应针对具体的要求进行勘探、监测、分析、评价和编制勘察文件。

3.2.3 采空区移动盆地活动地带、岩溶强烈发育地带、滑坡地带地基稳定有其各自的独特性,沙漠地带勘察、多年冻土地带勘察积累的经验不多,在这些地区勘察投入大、耗时多,分析、评价理论上还处于研究探索的过程中,按照常规勘察不能满足工程建设的要求,应根据工程建设的需要进行专项研究。

3.2.4 输电线路施工图设计阶段的岩土工程勘察与杆塔所在场地的复杂程度和地基复杂程度关系密切,根据已有的工程经验,复杂程度的划分遵照现行的《岩土工程勘察规范》GB 50021 是合适的。

3.3 工程水文勘测

3.3.1 本条指出工程水文勘测设计的任务,一是使水文勘测设计成果科学、经济合理,二是要保证工程在设计条件下安全运行。

3.3.2 本条为强制性条文。防洪安全是架空输电线路工程安全运

行的重要影响因素,工程设计时必须严格按照《防洪标准》GB 50201中有关高压和超高压输配电的等级和防洪标准的要求执行。

《防洪标准》GB 50201—94 第 7.0.5 条规定了高压和超高压输配电的等级和防洪标准,见表 1。330kV 及以上等级输电线路工程的防洪标准不得低于 100 年一遇设计洪水标准,此条标准与现行国家防洪标准保持一致。

表 1 高压和超高压输配电的等级和防洪标准

等级	电压(kV)	防洪标准 [重现期(年)]	备 注
I	≥500	≥100	±500kV 及以上的直流输电设施的防洪标准按 I 等采用
II	500~110	100	
III	110~35	100~50	
IV	35	50	

3.3.3 通航河流、湖泊、水库的最高通航水位是架空输电线路工程设计必须考虑的重要水文条件,直接影响航道的正常运行。国家为规范跨河建筑物的设计、建造制定了《内河通航标准》GB 50139。《内河通航标准》GB 50139—2004 关于天然河流设计最高通航水位的洪水重现期之规定见表 2。跨越海湾时必须执行国家有关海域通航标准。对出现高于设计最高通航水位历时很短的山区性河流,III 级航道洪水重现期可采用 10 年;IV 级和 V 级航道可采用 5 年~3 年;VI 级和 VII 级航道可采用 3 年~2 年。

表 2 天然河流设计最高通航水位的洪水重现期

航 道 等 级	洪水重现期(年)
I ~ III	20
IV、V	10
VI、VII	5

3.3.4 本条规定架空输电线路工程勘测设计时应遵守国家和有关行业行政法规,开展必要的专题论证(如防洪评价、通航安全论

证、海域使用论证等),以保证线路工程的勘测设计方案有法可依,科学可行。线路工程的勘测设计、施工运行均应符合国家和行业行政主管部门的相关法律法规。

3.3.6 本条规定水文分析计算必须对引用的原始资料或成果文件进行“三性”检查,对最终计算的成果进行合理性分析。

水文基本资料是洪水分析计算的基础,应当根据流域自然地理特性、工程特点及设计洪水计算方法,搜集整理有关资料。一类是流域自然地理特性与产汇流有关的河道特征资料,如流域及工程地理位置、流域面积、河长、坡度、植被、土壤特性等;另一类是分析计算设计洪水所直接引用的资料,如暴雨洪水资料、产汇流分析成果等。

3.4 工程气象勘测

3.4.1 气象条件是输电线路工程设计的基础资料,直接影响工程的经济合理性与运行安全性,必须真实、客观地反映,使之能经受线路工程长期运行的考验。

3.4.2 我国的气象观测站,除少数高山站外,均设立在各县(市)所在地,气象观测场一般位于平原或山间平坝,观测的气象资料与远离气象站的山区、特别是高山大岭的线路的差别较大。线路设计风速与冰厚,一般要经多个中间环节计算,且在计算中存在多种因素影响,具有一定的误差。因此,短缺资料地区设计风速与冰厚的分析确定应尽可能采用几种方法,对成果综合比较,最后合理选用数据。

3.4.4 输电线路防御气象灾害的设计重现期标准,在《110kV~500kV 架空输电线路设计技术规程》DL/T 5092—1999 与《电力工程气象勘测技术规程》DL/T 5158—2002 中,330kV 线路为 15 年一遇,500kV 线路为 30 年一遇。已建 750kV 线路也为 30 年一遇。根据我国已建线路的实际运行情况,特别是 2008 年我国南方发生的大雪冰冻灾害给该地区的电力系统造成严重破坏,不少杆塔倒塌、扭曲,导线断裂,国家相关部门对电力工程的

设防标准进行了调整,中国电力工程顾问集团系统多次组织专家对电力线路工程的设防标准进行讨论,综合以上成果,本规范对线路设防气象灾害的标准做了适当提高。

3.4.6 本条为强制性条文。大覆冰一般出现在山区,覆冰随地形变化复杂,一般缺乏实测资料,要准确定量线路设计覆冰参数,技术难度较大。覆冰对线路安全运行影响极大,覆冰量级的增加对线路造价增高影响十分显著。因此,对重冰区线路的覆冰条件开展专题论证是必须的。专题论证内容视覆冰的复杂程度及线路建设工期要求等情况确定,一般应开展如下工作:

- 1 选择有代表性的地点进行覆冰观测;
- 2 大覆冰期间沿线踏勘,查明微地形微气候重冰段;
- 3 区域历史覆冰灾害调查搜集资料;
- 4 覆冰成因分析;
- 5 实测覆冰量与调查覆冰量的重现期分析考证;
- 6 线路设计冰厚的分析计算与沿线冰区划分;
- 7 编写专题论证报告。

3.4.7 大量的冰害线路事故与测冰数据证明,导线覆冰受微地形微气候的影响较大,覆冰量级分布复杂,一般线路冰害事故多发生在局部微地形微气候点。这种微地形微气候点主要分布在山区,一般气候恶劣,交通极差,线路经过类似地形段,运行维护困难,一旦出现冰害事故,抢修极为困难。当线路必须经过微地形微气候重冰区时,为了提高线路运行抗冰安全性,应在分析计算值基础上增大10%以上安全修正值。据不同重现期标准冰厚的分布规律:重现期30年的标准冰厚增加10%后,大约相当于重现期50年的标准冰厚;重现期50年的标准冰厚增加10%后,大约相当于重现期100年的标准冰厚。覆冰受地形与气候影响非常复杂,目前总结的覆冰计算方法,仍需在进一步的实践中不断总结完善,因此,对微地形微气候重冰区的冰厚取值,应十分慎重,宜考虑必要的安全裕度。

4 可行性研究阶段测量

4.2 室内工作

4.2.1 本条中所列的均为国家基本比例尺地形图,其中比例尺为 1:50000 和 1:100000 的地形图在架空输电线路可行性研究阶段勘测设计中比较常用。

4.2.2 卫星遥感影像、航摄像片、数字高程模型等一些基础测绘资料近年来越来越多地得到应用。卫星遥感影像的多光谱、高现势性、高覆盖等一些特性,非常适合于各种工程建设不利因素的判释、避让和路径的大范围、多方案比选;目前,国家测绘局系统为测制 1:10000 和 1:50000 基本比例尺地形图而摄取的航片,可作为一种重要的资料来源。利用航摄像片建立的线路走廊三维模型,是一个直观、准确、高效的数字化选线平台,可方便地进行拆迁、林木等的统计,地形数据的输出;数字高程模型在地形表示、路径断面的快速截取方面亦有较大优势。

4.2.5 目前格网间距为 25m 的数字高程模型已覆盖我国大部分区域。此种资料是根据 1:50000 地形图矢量化加密处理生成,按 1:50000 地形图图幅分幅。另外,亦有其他部门根据自身需要从 1:10000 地形图矢量化或用航测等手段生成的数字高程模型。由于矢量化及后续处理软件的不同,存在不同的数字高程模型格式。使用时应根据需要进行格式转换。

4.2.6 利用搜集的数字高程模型可进行线路的断面分析,辅助线路杆塔规划。但由于数据为固定间隔,没有地形特征点,且数据生成时间可能已久,不能十分准确地反映实际的地形起伏状况。所以仅能获得概略断面数据,满足本阶段需要。

4.3 现场工作

4.3.2 现场工作的重点是核实可能影响路径成立的关键位置和地段,判断相对位置,进行调绘、修测和补测。工作方法以地形图(或影像图)图面判读、手持 GPS 测量为主。

4.3.3 对路径有影响的地物一般包括重要建筑物、污秽源、爆炸源、通信设施、重要交叉跨越等,地貌包括冲沟、溶洞、滑坡、塌方等。

5 初步设计阶段测量

5.1 一般规定

5.1.1 对初步设计阶段测量的内容、方法进行了阐述。

5.2 室内选择路径方案

5.2.1~5.2.3 室内选择路径方案时,应首先了解清楚可行性研究设计阶段审查所确定的路径方案,基于可行性研究阶段对线路沿线情况的了解和掌握,通过提供更多的信息和手段支持,配合设计专业对路径进一步细致选择。

5.3 现场选择路径方案

5.3.1~5.3.8 现场选择路径方案时,应尽量利用前一阶段现场测量成果,但对路径变化较大的区段应细致地踏勘。现场测量的一些成果可在路径图中表示,表示不清楚时,可制成专门的图件单独表示。

5.4 航空摄影

5.4.1 线路测量采用航空摄影测量技术,是以优化路径、降低工程造价为目标。为了尽可能使线路勘测优化路径,降低工程造价的优越性得到充分发挥,航空摄影工作一般在初步设计阶段展开。初步设计审查之前一般要进行路径方案审查,航空摄影宜在路径审查后进行。航空摄影后开展外控、调绘工作作为初步设计阶段测量和施工图阶段测量提供工序成果。

5.4.2 航空摄影时,对以转角段连接成的线路路径走廊,通常是采用单航线摄影方式,即由各航线段衔接成为折线型延长的带状

摄影。当有比选方案时,则根据主方案与比选方案之间位置关系,并顾及航空摄影和以后成图的方便及其工量等进行综合考虑,以确定是采用单航线摄影方式对主方案和比选方案分别进行摄影,还是一并采用区域网摄影方式进行。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。划分航线段,主要是考虑一个航线段内能覆盖几个转角段的问题。当拟定数个转角段为一条航线段所覆盖时,应考虑到对路径调整的裕度问题。如果线路路径中线或者转角点距像片边缘太近,路径优化时,很可能把路径调整到像片范围之外。

5.4.3 一般可采用两种途径取得测区的航摄像片资料,即委托专门航空摄影和搜集、利用已有的航摄像片资料。

5.4.8 条文中只对 $23\text{cm} \times 23\text{cm}$ 像幅的航摄仪作出规定。由于不同型号的航摄仪镜头,所摄像片具有的特性不同,并且能适用于作业的地形类别也有所不同。因此,必须根据测区地形类别来选择航摄仪镜头型号及其主距。

1 常角或中角像片(即长主距像片)的特点是:由高差引起的像点投影差较小;对同样高差的两个像点,其左右视差较差要小些。这两个特点,对具有大高差的山区或高山区及楼房高耸的城建区非常有利,它可缩小投影差并使左右视差较差符合正常立体观察的要求。通常当左右视差较差超过 15mm 时,会使立体观察感到困难。

2 宽角或特宽角像片(即短主距像片)的特点是投影差和左右视差较差都大些。因此,它不利于山区而有利于平地丘陵地区。

1) 山区、高山区,若采用短主距像片,会使左右视差较差过于增大,造成立体观察感到困难,并可能存在着许多摄影“死角”而无法看成立体。另外,过大的投影差,会给像片选线带来诸多不方便。所以,在山区、高山区及城建区,不宜采用宽角或特宽角摄影。

2) 平地丘陵地区,若采用短主距像片,由于增大了投影差、阴影和左右视差较差,则有利于像片的立体观察和判读调绘。所以,

平地丘陵地区应当采用宽角或特宽角摄影。

5.4.9 由像片比例尺(1:M)计算公式:

$$\frac{1}{M} = \frac{f_k}{H} \quad (1)$$

可知,像片比例尺分母 M ,是由摄影主距 f_k 和摄影航高 H 所确定。

1 摄影航高的选定。航空摄影时,允许的最低航高是飞机离开摄区最高地面的安全航高(通常为 600m 以上),再加上摄区最大高差的一半。假如一个航线段有 800m 高差,则其允许的最低航高应为 1000m。另外,从飞机飞行的稳定性来说,航高在 1000m ~ 4000m 其飞行稳定性较好。因此,即使航线段高差再小,其航高也应选择在 1000m 以上。

2 摄影比例尺(即像片比例尺)的选定。确定摄影比例尺主要是考虑航测的精度问题。由于航测的距离精度高于高差精度要求,所以,这里只考虑线路航测的高差精度问题。

一个像对内两点高差精度近似估算公式为:

$$m_h = \pm 1.22 \frac{H}{b} m_q \quad (2)$$

式中: H ——摄影航高(m);

b ——像片基线,分别取值为 90mm(平地)、80mm(丘陵)、74mm(山区)和 69mm(高山区);

m_q ——残余上下视差中误差,取值为 $\pm 0.015\text{mm}$ 。

将 m_q 和 b 各种取值代入(2)式,可得 m_h 估值如下:

$$\begin{aligned} m_h \text{ 平地} &= \pm H/4918 \approx H/4900 \\ m_h \text{ 丘陵} &= \pm H/4372 \approx H/4400 \\ m_h \text{ 山区} &= \pm H/4044 \approx H/4000 \\ m_h \text{ 高山} &= \pm H/3770 \approx H/3800 \end{aligned} \quad (3)$$

平地丘陵地区,通常采用宽角摄影,其 $f_k = 152\text{mm}$ 。当摄影比例尺分母 $M \leq 15000$ 时, $f_k = 152\text{mm}$ 也适用于山区。山区、高

山区,通常采用中角摄影,其 $f_k=210\text{mm}$ 。再顾及(1)式,则由(3)式可得出航测高差精度 m_h 与摄影比例尺分母 M 的关系,如表 3 所示。

表 3 高差精度指标及摄影比例尺选择范围表

$f_k = 152\text{mm}$	摄影比例尺分母 M	8000	10000	12000	14000	15000	16000	18000
	摄影航高 $H(\text{m})$	1216	1520	1824	2128	2280	2432	2736
	m_h 平地(m)	0.25	0.31	0.37	0.43	0.47	0.50	0.56
	m_h 丘陵(m)	0.28	0.35	0.41	0.48	0.52	0.55	0.62
	m_h 山区(m)	0.30	0.38	0.46	0.53	0.57	0.61	0.68
	平丘地区高差精度指标及 $1:M$ 范围	m_h 平丘 $= \pm 0.5\text{m}$ $1:8000 \sim 1:14000$				—		
$f_k = 210\text{mm}$	山区高差精度指标及 $1:M$ 范围	—		m_h 山区 $= \pm 0.6\text{m}$ $1:12000 \sim 1:15000$			—	
	摄影比例尺分母 M	8000	10000	12000	14000	15000	16000	18000
	摄影航高 $H(\text{m})$	1680	2100	2520	2940	3150	3360	3780
	m_h 山区(m)	0.42	0.52	0.63	0.74	0.79	0.84	0.94
	m_h 高山区(m)	0.44	0.55	0.66	0.77	0.83	0.88	0.99
	山区高差精度指标及 $1:M$ 范围	—	m_h 山区 $= \pm 0.6\text{m}$ $1:10000 \sim 1:12000$		—	—	—	—
	高山区高差精度指标及 $1:M$ 范围	—	m_h 山区 $= \pm 0.8\text{m}$ $1:10000 \sim 1:14000$		—	—	—	—

由表 3 可知:

1) 平地丘陵地区,采用宽角摄影($f_k=152\text{mm}$),其比例尺范围为 $1:8000 \sim 1:14000$ 是合适的。其相应的摄影航高为 $216\text{m} \sim 2128\text{m}$,符合平地丘陵地区飞行航高的要求。其相应的高差中误差 m_h 最大值为 $\pm 0.48\text{m}$,满足平地丘陵地区高差精度指标 $\pm 0.5\text{m}$ 的要求。

2) 山区,当采用宽角摄影($f_k=152\text{mm}$)时,其摄影比例尺范

围为 $1:12000 \sim 1:15000$, 相应航高为 $1824\text{m} \sim 2280\text{m}$, m_h 最大值为 $\pm 0.57\text{m}$; 当采用中角摄影 ($f_k = 210\text{mm}$) 时, 其摄影比例尺范围为 $1:10000 \sim 1:12000$, 相应航高为 $2100\text{m} \sim 2520\text{m}$, m_h 最大值为 $\pm 0.63\text{m}$ 。这两种情况, 其航高皆符合山区飞行航高的要求, 其高差精度也均满足山区高差精度指标 $\pm 0.6\text{m}$ 的要求。

3) 高山区, 采用中角摄影 ($f_k = 210\text{mm}$), 其摄影比例尺范围为 $1:10000 \sim 1:14000$ 是合适的。其相应的摄影航高为 $2100\text{m} \sim 2940\text{m}$, 符合高山区飞行航高的要求; 其相应的高差中误差 m_h 的最大值为 $\pm 0.77\text{m}$, 满足高山区高差精度指标 $\pm 0.8\text{m}$ 的要求。

5.4.13 航摄成果检查验收的方法有如下三种:

1 数据测定法: 就是采用人工量测和仪器测定, 并以数据表示所测定的指标。如用解析法检查航摄底片的压平质量, 就是一种数据测定的方法。它是应用解析空中三角测量的原理, 将欲要检查的两个连续立体像对, 在精密立体坐标量测仪上进行方位线定向后, 测定每个像对的标准配置点及检查点的坐标和视差, 并应用连续像对相对定向计算程序进行解算。如果在航摄过程中, 底片没有得到严格压平, 则地物点的构像就会产生移位, 也就满足不了相对定向的几何条件。因此, 可在解算相对定向元素的逐渐趋近过程中, 检查模型定向点及多余检查点上的剩余上下视差 (Δq) 是否为零或小于某一限定值作为评定底片压平质量的标准。

2 样片比较法: 就是在底片摄影质量检查抽样测定数据的基础上, 根据有关航空摄影规范所规定的质量指标, 制作出不同地区和不同景物特征的标准样片, 如城市密集区、一般平地、丘陵地、山地、高山地等。在实际检查验收工作中, 要通过对照同类样片进行比较的方法, 鉴别摄影质量的优劣。

3 目视检查法: 该法是检查验收工作中经常采用的主要方法。对规范、合同条款的正确理解及应用摄影测量的实践经验, 是目视检查者必须具备的基本条件。

5.4.14 规定了有关航摄成果检查、验收的工作程序和要求:

1 航摄执行单位,按有关航空摄影规范和摄区合同的规定对航摄底片、像片、像片索引图、各类记录数据和表格等全部成果资料,逐项进行认真的检查,并详细填写检查记录手簿。

2 航摄执行单位,根据航摄资料移交和摄区合同规定,将全部成果资料整理齐全,移交航摄委托单位代表验收。

3 航摄委托单位代表,以有关航空摄影规范和摄区合同为依据,对全部成果资料进行验收。验收合格后,双方在移交书上签字,并办理移交手续。

4 对航摄资料的飞行质量、摄影质量及摄影处理质量进行检查验收时,凡是摄区合同和本规范第 5.4.9 条~第 5.4.12 条中有明确质量指标的,应按规定执行。检查验收人员不得自行放宽限差,降低质量标准。在执行规范和摄区合同各项规定的前提下,对航摄过程中确系难以预见的客观原因或某种特殊情况所造成的局部质量问题,应从综合经济效益考虑,充分协商,灵活处理。

5.4.15 本条文规定了提交航摄资料的内容,应包括航摄底片、透明正片及像片、像片索引图底片及像片、航摄仪数据及鉴定表、航摄成果质量鉴定表、航摄资料移交书、航摄质量验收报告等七部分。对航摄底片、航摄像片和像片索引图的有关要求如下:

1 底片编号应以反体字在乳剂面上注记,号码与航线前进方向一致,字大小为 $4\text{mm} \times 6\text{mm}$ 。东西方向飞行时,片号应编在相应于实地的西北角上;南北方向飞行时,片号应编在相应于实地的东北角上。片号应尽量靠近像幅边缘,但又不得压盖框标。号码应包括摄区代号及底片片号,同一摄区内不得出现重号。

2 底片应进行装筒包装,每筒内装一卷或两卷底片。每卷底片应填写登记卡片一式两份,一份置于筒内,一份贴在筒外,卡片上注明筒号、图号、起止号码等。每卷底片的两端分别作出,如下内容相同的注记:航摄日期、机组号、摄区代号、分区编号、底片卷号、所在图幅编号、航摄仪类型及号码、主距、框标距、暗盒号、起止片号、总片数等。

3 像片应按航线段整理装盒,填写像片登记卡片一式两份,一份置于盒内,一份贴在盒上。卡片的内容应包括:摄区代号、所在的图幅编号、航线序号和每条航线的起止片号、片数及总片数。

4 像片索引图的幅面一般为 $25\text{cm} \times 30\text{cm}$ 。图内应注出较大的城镇、河流等主要地物的名称;图外应标明所在的 $1:10000$ 或 $1:50000$ 的图幅号、摄区代号、航摄年月;航摄比例尺和制作者、检查者等有关内容。像片索引图应能如实反映所含范围内全部像片资料的情况。索引图的比例尺应尽量大些,要确保能够判读每条航线的像片号码。

5.5 GPS 主控网的建立及 GPS 航测外控

5.5.1 GPS 主控网点位应选在靠近路径、交通方便、视野开阔、符合 GPS 接收条件的位置。在 15° 截止高度角以上空间不宜有障碍物,为了确保在山区 RTK 电台信号不被高山所遮挡,也可以将主控网控制点布设在开阔的山头。

GPS 主控制网相邻两个主控网点之间距离不应大于 10km 。也就是说两个基准站点之间的最大距离不应超过 10km 。

5.5.2 输电线路测量对于平面及高程的精度要求不是很高,所以采用 GPS 测量的较低精度指标,达到既满足精度要求,又可以减少野外作业时间,以提高工效。本条表 5.5.2-1 和表 5.5.2-2 对 GPS 网相邻点间弦长和大地高差精度要求的规定,是采用国家 D 级和 E 级相关 GPS 测量精度指标,这样的精度等级,对于线路测量而言是足够的。

5.5.3 为求定 GPS 主控网点在某一参考坐标系中坐标,应与该参考坐标系中原有控制点联测,联测的点数不得少于 3 点。

联测点位应分布均匀,且能控制本控制网。当线路工程 GPS 主控制网根据实际情况采用 1954 年北京坐标系或 1980 西安坐标系或地方坐标系时,进行坐标转换。

与国家控制点连接从两方面考虑:一方面是从统一测量资料

来要求;另一方面是建立 GPS 首级控制网以后,GPS 测量资料可以长久使用。

5.5.4 输电线路 GPS 高程系统,概念上仍要归结为正常高系统。当桩间距离小于 5km 时,采用大地高差进行推算,这是近似正常高系统。当搜集到本地区高程异常值变化大,而距离传递又大于 10km 以上时,就应多联测已知高程的控制点或水准点逐段改正或建立高程异常数学模型,全线进行拟合改正。

当输电线路跨越河流、湖泊、水库、水淹区及河网地段等,需要进行有关水位及其痕迹高程的测定,因此应采用国家高程系统。

高程系统根据实际情况宜采用 1956 年黄海高程系或 1985 国家高程基准。

5.5.5 GPS 控制点附近宜用红白相间的小旗等作标识,目的是为了警示,不被破坏和便于寻找使用。

5.5.6 像片控制点在像片上的位置要求,这些规定与国家标准的规定相一致。条文中所规定的数值是相对于 23cm×23cm 像幅的像片和 16cm×9cm 像幅的数码像片而言。像片上的各类标志,是指摄影框标、摄影编号、气泡影像和压平线等。

5.5.7 单航线布点通常采用平高 6 点法,6 个平高点在像片上和航线上的位置要求,应符合条文第 5.5.6 条和第 5.5.7 条的规定。

在实际工程中,航线段长度超过 6 个平高点要求的基线数范围时,则按每 5 条基线布设一对控制点的原则执行,成对增加控制点。

5.5.8 区域网内航线数的多少,应从工量上考虑。航线数越多,将越增加航空摄影、外业控制和内业加密等方面的工作量。另外,区域网主要用于路径方案比选时的摄影,当主方案与比选方案相距较远时,应各自分别采用单航线摄影方式进行摄影;当主方案与比选方案相距小于 10km 时,才考虑采用区域摄影方式一并进行摄影。

区域网平高点的布点,通常采用周边布点法进行。当区域网内的航线数不超过 5 条时,可按周边 6 点法或周边 8 点法布设平高点。

区域网航线方向每对高程点布点要求,与单航线布点相同。

5.5.9 由于选刺的点位都是指明目标的位置,是为了判定准确的位置,精确定出点位,因此是判点为主刺点为辅。

5.5.10~5.5.14 像片控制点宜以 7mm 直径的圆形在像片上表示。像片控制点的选刺与整饰的要求,与国家有关标准规定的相一致。像片控制点的布设及选刺点要求,与采用的测量手段无关,即使采用 GPS 测量手段,其要求仍按第 5 章有关条款的规定执行。

5.5.15 输电线路具有方向性,由输电端到受电端为前进方向, GPS 控制点按线路前进方向顺序编号条理明确,符合人们的工作习惯。

GPS 控制网的点名应沿线路前进方向顺序编号,宜在编号前冠以“K”字样。当新点与原有点重合时,应采用原有点名。同一个 GPS 网中严禁出现相同的控制点名。

5.5.16 GPS 主控网测量、像片外控点测量是一道进行的,因此构成了整个测区的 GPS 测量控制网。每类桩点均可设置为基准站点,也可设置为流动站点。各基准站点相互连接组成主控制网,在各主控网点上以支线形式分别与各流动站点连接。整个 GPS 测量网呈“叶脉网状”型。

5.5.17 有关 GPS 控制点测量的要求,与国家有关 GPS 标准的规定基本上相一致。

5.5.18 GPS 主控网测量基本技术要求,与国家有关 GPS 标准的规定基本上相一致。仅对观测时段数要求满足一个时段。

5.5.19 GPS 外业数据质量检核,与国家有关 GPS 标准的规定基本上相一致。

5.5.20 同一条基线边不同时段的较差应满足该条所规定的要求。

5.5.21 为确保成果的可靠性,发现观测数据不能满足要求时,现