

# 架空输电线路岩石锚杆基础勘察技术规程

## 编制说明



## 目 次

1 编制背景 .....	2
2 编制主要原则 .....	2
3 与其他标准文件的关系 .....	2
4 主要工作过程 .....	3
5 标准结构和内容 .....	3
6 条文说明 .....	4

## 1 编制背景

近年来，国家电网大力推广岩石锚杆基础、机械化施工等新技术。输电线路杆塔采用常规基础型式时具有埋深大、面积大、挖方量大的特点，当杆塔位于山地丘陵区时，基础大面积开挖将造成大量植被破坏、大量弃土(渣)和水土流失。当基础埋深范围内存在岩体时，开挖难度大，费用高，而且伴随岩体的开挖，基岩的完整性和稳定性受到一定程度的破坏。岩石锚杆基础是以水泥砂浆或细石混凝土和锚筋灌注于钻凿成型的岩孔内形成锚杆，并与承台等构件组成的基础型式。与岩石嵌固基础、挖孔类基础(掏挖基础和人工挖孔桩)比较，一方面充分利用原状岩体的高强度、低变形的特点，可承受较大的竖向拉力；另一方面减小了开挖量，降低了基础混凝土和钢材量，减少了施工运输量，因而工程造价低、施工周期短，且减少对环境的破坏，弃土(渣)基本没有或很少，属于经济环保型基础，并且能够显著降低基础建造成本。

岩石锚杆基础场地勘察有其特殊性，勘察内容和深度有相应要求，主要从岩石锚杆的基本适用条件(地形条件、岩性条件、地下水条件、塔基周边环境)、勘察内容、勘察方法、成果要求、现场试验检验要求等方面没有形成系统的规范性指导，行业内还没有对针对岩石锚杆基础勘察的统一规范和标准，导致勘察与设计衔接不畅，制约了岩石锚杆基础的进一步推广应用。目前线路岩石锚杆基础勘察工作的开展主要是在参照《岩土工程勘察规范》(GB50021-2009)、《220kV及以下架空送电线路勘测技术规程》(DL/T5076-2008)、《架空输电线路大跨越工程勘测技术规程》(DL/T5049-2016)、《架空输电线路锚杆基础设计规程》(DL/T5544-2016)等。

本次任务将在对以往工程经验充分总结的基础上，融合新的技术、新的实践成果，以圆满完成团体标准《架空输电线路岩石锚杆基础勘察技术规程》的编制。

## 2 编制主要原则

本标准根据以下原则编制：

- a) 遵循标准化编制的“四性”要求：技术上的先进性和科学性、与国家法律法规和相关标准的协调性、标准发布实施上的可操作性。
- b) 贯彻执行国家的有关法律、法规和方针、政策，研究现行相关标准，密切结合电力工程勘测特点和电力工程建设的使用要求，做到技术先进、经济合理、安全适用、确保质量、保护环境、提高投资效益，保证电力项目安全和正常运行。
- c) 充分考虑编制本标准的目的和意义，总结近年来国内电力工程锚杆基础勘测的实践经验 and 研究成果，加强调研，借鉴国内外成熟、先进的技术和方法，充分继承，合理改进，积极、谨慎、稳妥地采用新技术、新工艺、新设备，保持本标准的先进性，具有较强的可操作性和实用性。
- d) 贯彻执行《工程建设标准编写规定》、《中华人民共和国标准化法》等法律、规定，做到章节结构合理，编制思路清晰，条文严谨适用。
- e) 编制过程中，充分开展调研、讨论工作，与相关各方充分沟通，形成共识。
- f) 标准的编写符合统一的规定，内容编排上符合先共性、后个性的原则，做到内容完整、具体，用词简明，规定明确，不模棱两可。
- g) 工作分工协作、落实责任，即严格控制进度计划、又确保质量。

## 3 与其他标准文件的关系

本标准编制时，主要参考国内《岩土工程勘察规范》(GB50021-2001)(2009年版)、《220kV及以下架空送电线路勘测技术规程》(DL/T5076-2008)、《架空输电线路大跨越工程勘测技术规程》(DL/T5049-

2016)、《架空输电线路锚杆基础设计规程》(DL/T5544-2016/2018)、《500kV架空送电线路勘测技术规程》DL/T 5122-2000、《岩土锚杆(索)技术规程》(CECS22: 2005)等规程规范相关技术要求,但上述规范均没有针对岩石锚杆基础勘察的具体要求。

同时,考虑到勘察钻探过程应特别反映岩石可钻性指标,要求考虑岩石摆球硬度、钻进速度指标,参考了原地质部和石油部等相关钻探规程。

本标准在勘察方法、技术流程等方面与同类国家标准一致,在勘察深度、勘察内容、成果资料等方面要求严于国标。

本标准不涉及专利、软件著作权等知识产权问题。

#### 4 主要工作过程

时间	主要工作内容	成果形式
2023.03	工作大纲	完成工作大纲编制、大纲评审会
2023.08.15	完成第一稿 (汇总稿)	《架空输电线路岩石锚杆基础勘察技术规程》汇总稿,会议讨论汇总稿、原则
2023.10.30	完成第二稿 (初稿)	《架空输电线路岩石锚杆基础勘察技术规程》初稿,编制组讨论,校核
2024.03.15	完成第三稿 (征求意见稿)	《架空输电线路岩石锚杆基础勘察技术规程》征求意见稿,会议讨论
2024.06.30	征求意见	发出征求意见稿,广泛征求意见
2024.08	完成第四稿 (送审稿)	《架空输电线路岩石锚杆基础勘察技术规程》送审稿,对征求意见稿进行讨论修改形成送审稿
2024.09	完成第五稿 (送审稿审查)	《架空输电线路岩石锚杆基础勘察技术规程》送审稿通稿,邀请外部专家进行送审稿审查
2024.10	完成第六稿 (报批稿)	《架空输电线路岩石锚杆基础勘察技术规程》报批稿,编送审稿审查意见,形成报批稿

#### 5 标准结构和内容

本标准分为前言、范围、规范性引用文件、术语和定义、符号代号和缩略语、基本规定、岩石分类和指标、岩石锚杆基础专项勘察、岩土工程勘察方法、岩土工程勘察成果和现场检验与检测等10个章节。从勘察方法、手段、岩土样试验、成果报告以及现场试验与检测方面对岩石锚杆基础勘察工作进行了规定。

本标准的主要结构和内容如下:

本标准主题章分为6章。

第5章“基本规定”明确了架空输电线路岩石锚杆基础勘察中应遵循的主要技术原则。

第6章“岩石分类和描述”对输电线路岩石锚杆基础勘察中常见岩石的分类和描述进行相关规定。

第7章“岩石锚杆基础专项勘察”明确了勘察目的和任务、适用条件、勘察深度及技术要求。

第8章“岩土工程勘察方法”分别对工程地质调查、钻探、取样与原位测试、岩土室内试验、其他专项试验等四个方面进行具体阐述。

第9章“岩土工程勘察成果”分别对原始资料要求和成果报告的基本格式、内容进行规定。

第10章“现场检验与检测”明确了现场检验和岩石锚杆检测的具体要求。

## 6 条文说明

本标准主要章节条文解释与说明如下：

### 第五章

本标准第5.1条，根据浙江省电力设计院在省内架空输电线路工程中的经验，岩石锚杆基础勘察的各项要求远远高于常规勘察，应作为专项勘察。

岩石锚杆基础专项勘察会引起输电线路勘察成本巨额增加。目前，行业内合理的岩石锚杆基础勘察收费标准尚处在缺失状态，这也是阻碍岩石锚杆勘察深度发展的原因之一。

本标准第5.2条，锚杆基础专项勘察应针对其适用条件，针对性开展工作。

本标准第5.5条，勘察方法的选择首先要既要考虑场地岩土体性质，又要考虑需要解决的工程问题。勘察手段一般首选能直接获取工程所需资料和数据的手段，但有时不是一种方法，就能揭示岩土体的性质和变化规律，因此一般需要多种勘察方法，特别是地质条件复杂时，往往需要多种勘探和测试手段。

本标准第5.6条，地下岩体的复杂性决定了勘察成果以点盖面的局限性，施工过程中应进行现场检验，必要时进行施工勘察。

### 第六章

本标准第6.1.2条，岩石坚硬程度的划分，现有国家和行业标准逐渐统一到现行国家标准《工程岩体分级标准》GB/T 50218。

本标准第6.1.3条，岩石风化程度分类参照现行国家标准《工程岩体分级标准》GB/T 50218和《岩土工程勘察规范》GB 50021，残积土作为岩石风化后的残积物，具有土的特性，工程意义重大，为便于比较，附录中把残积土列出。风化系数 $k_f$ 为风化岩石与新鲜岩石饱和单轴抗压强度之比，这在实际工作中容易做到，对风化程度判定具有定量参考，本规程将其列出。

本标准第6.1.4条，岩体完整程度采用定性和定量相结合方法进行。对于基岩裸露、条件较好的场地可采用节理裂隙体积系数 $J_v$ 评价；对于特别重大意义的塔基（如大跨越）可测量波速，采用岩体完整性指数 $K_v$ 值评价。

本标准第6.2.3条，岩体钻探过程中，机械钻机速度对岩石硬度判断具有很好的参考意义，是岩石可钻性分级的重要指标。

### 第七章

本标准7.3.1节锚杆基础适用条件，总结了近些年浙江省电力设计院设计团队常规经验，对岩石锚杆基础适用条件提出建议，具体建议如下：

- a) 岩石地基，但全风化基岩、极软岩石不适宜；
- b) 岩体完整性较好。散体状结构、碎裂状结构岩体（或极破碎岩体、破碎岩体）不适宜；
- c) 覆盖层厚度较小（不宜超过2.5~3.0m）；
- d) 塔基及其保护区地形坡度较缓，坡角不宜超过25~30度；
- e) 塔腿周边无陡坡、陡坎、陡崖，不能影响锚杆基础的整体稳定性；塔腿中心外侧保护区10.0m内不存在悬崖、8.0m内不存在高度超过4.0m的陡坎；
- f) 锚杆基础施工深度范围内基本无地下水。

本标准第7.3.2条，对不宜采用岩石锚杆基础的条件提出具体建议。

本标准第7.4.1~7.4.2条，规定了岩石锚杆基础勘察方法及所用勘探手段，岩石锚杆专项勘察应选择轻便型、多功能型设备进行。

本标准第7.4.6条，规定不同场地条件下，锚杆基础勘察钻孔布置数量。在准确、高效、经济、环保、节能以及钻探施工的可能性条件下，布置适当的钻探工作量。

本标准第7.4.7条，规定了不同地基类型、风化程度或状态的岩土勘察深度。该深度的确定主要依据电科院、中南院、华北院等单位提供的锚杆基础试验成果，以及已投产运行输电线路锚杆基础的实际经验。

本标准第7.4.8条，规定了物探作为主要勘察手段的应用条件。依据浙江院的岩石锚杆基础勘察经验，微动和地质雷达等在覆盖层的探测中，具有良好效果。

本标准第7.4.9条，规定了锚杆基础勘察成果的要求，体现了锚杆基础勘察的特点，与锚杆基础设计密切相关。

## 第八章

本标准第8.1.2条，锚杆基础专项勘察的地质调查，应以塔位为中心，向周围扩展，完成地貌、岩性、结构内容的同时，逐步排查地质灾害、不良地质作用。

本标准第8.2.2条，背包钻机等便携式钻机宜采用较小的回次进尺，有利于提高岩芯采取率。

本标准第8.2.3条，物探方法具有多解性，且有一定的适用条件，一般应进行验证勘测。在同一工程中，可先进行钻探、物探对照，取得一定经验后再增加物探使用塔位。各种物探的测试方法应按现行电力行业标准《电力工程物探技术规程》DL/T 5159执行。

本标准第8.2.5条，同一工程项目岩石种类大于一种的，每种岩石都应采取样品进行测试。每种岩石进行试验的岩样组数，不宜小于三组。

本标准第8.3.3条，点荷载试验和声波波速试验均为间接试验方法，利用经验关系确定岩石的强度，在实际工程中较为实用。摆球硬度试验是输电线路勘察首次尝试，和钻进速度同时作为评价岩石可钻性的依据。

本标准第8.4.1条，复杂地质岩体条件下，提供混凝土与岩土接触面直剪试验、岩体结构面剪切试验、钻孔成像分析等原体试验等方法，必要时开展工作。

## 第九章

本标准第9.1.1条，规定了锚杆基础专项勘察的原始资料，做到有据可循。

本标准第9.2条，根据近些年设计输入需要的总结，规定了锚杆基础专项勘察报告的基本格式和内容，并在附录I中规定了主要设计参数。

## 第十章

本标准第10.1.1条，现场岩土工程检验是岩土工程勘测的一个重要环节，其主要目的是检验勘测、设计、施工是否符合工程场地的实际情况，以确保工程建设质量安全。勘察、设计人员应重视现场检验。在岩石锚杆基础施工开挖初期，宜密集开展现场检验工作。勘察、设计人员共同现场察验，直观了解岩体、边坡情况。

本标准第10.1.2条，根据现有工程案例，绝大多数岩石锚杆基础开挖，承台基坑周边将产生边坡，根据设计原则，此类边坡高度一般为0.5~2.0，超过3.0m的边坡数量较少。对于岩石锚杆铁塔工程，高度超过3.0m的边坡，可能产生较多的边坡稳定性问题、岩块坠落问题，危及铁塔安全。因此，应加强对高度超过3.0m边坡的现场检验。

本标准第10.2.1条，工程验收阶段进行的试验为验收试验，其目的是检验工程施工质量是否达到设计要求而进行的试验。

本条根据架空线路锚杆应用的实际情况，规定了锚杆验收试验的最大加载取值。检测时，既要检验锚杆是否可以满足设计荷载的要求，又不能超过锚筋本身的抗拉强度，还不宜超过锚杆抗拔承载力极限标准值的75%，由于本标准锚杆安全系数对于悬垂塔、悬垂转角塔、耐张转角分别为2.0、2.2、2.5，因

此参考国内相关规范的取值，检测荷载确定为取荷载效应标准组合上拔力的1.5倍，既满足工程承载力要求，又反映了锚杆的承载力储备，且检测值不超过锚杆理论极限承载力标准值的75%，一定程度上减少了检测过程对工程锚杆承载力的影响。

本标准第10.2.2条，对于拉力型锚杆在最大试验荷载作用下，所测得的弹性位移应大于锚杆自由杆体长度理论弹性伸长值的90%，且应小于自由杆体长度与1/3锚固段之和的理论弹性伸长值。《建筑边坡工程技术规范》和《岩土锚杆(索)技术规程》对于本拉力型锚杆在最大试验荷载作用下的弹性位移值规定为：弹性位移应大于锚杆自由杆体长度理论弹性伸长值的80%，且应小于自由杆体长度与1/2锚固段之和的理论弹性伸长值。

本规程鉴于架空输电线路锚杆基础的重要性和特殊性，对锚杆验收合格标准进行了更为严格的规定，以确保架空输电线路的安全。