

花岗岩地区铁路桥梁桩基基础施工技术管理研究

周杨

中国铁路设计集团有限公司

摘要：花岗岩地区桥梁桩基施工地质核查工作，因花岗岩地层不均匀风化及核查管理中易存在漏洞，经常造成桩端未进入弱风化持力层问题。本文通过对花岗岩工程力学性质、冲击钻作用下花岗岩不同风化程度渣样特征及桩基施工中管理程序的剖析，提出施工中控制要点，确保桩端入岩深度。

关键词：花岗岩；桥梁桩基；施工管理；桩基核查

【DOI】10.12254/j.issn.2096-6539.2021.21.065

一、引言

近年来，我国高速铁路事业蓬勃发展，项目中桥隧比经常高达80-90%。随着工程项目增多，花岗岩地区桥梁桩基施工经常遇到桩端未进入设计持力层的问题。这种问题直接影响工程实体质量安全问题，处理不当易造成桥梁墩台不均匀沉降、桩基承载力不足、铁路平顺性达不到要求等问题，而控制桥梁桩基进入持力层的重要工作环节就是地质核查工作。为做好地质核查工作，首先需要了解花岗岩的成因及工程力学性质，其次要对冲击钻成孔作用下花岗岩不同风化程度渣样的特征有所掌握，最后要重视桩基施工管理工作，做到全员参与，全员负责，全员管控的要求，才能做好地质核查工作^[1]。

二、花岗岩一般特征及球状风化不良地质发育特征

（一）花岗岩一般特征

花岗岩是一种分布广泛的岩石，是岩浆在地下深处经冷凝而形成的，各个地质时代都有产出。形态多为岩基、岩株、岩床、岩脉等。巨大的花岗岩侵入体（岩基），较小的侵入体（岩株），脉状侵入体（岩脉）岩浆在压力下被挤入岩石的裂隙或脆弱带形成板状块体（岩墙、岩床）。

花岗岩主要组成矿物为石英、长石、黑白云母等，还可能含有辉石和角闪石。按所含矿物种类，可分为黑云母花岗岩、白云母花岗岩、角闪花岗岩、二云母花岗岩等。按结构构造，可分为细粒花岗岩、中粒花岗岩、粗粒花岗岩、斑状花岗岩等。细粒花岗岩，结构状态好，相较细粒花岗，中粗粒花岗岩更易破碎，在冲击钻的机械作用下，桩底常沿岩石节理破碎。

花岗岩风化作用是指地表或接近地表的岩石、矿物与大气、水及生物接触过程中产生物理、化学变化而在原地形成松散堆积物的全过程。风化作用对岩体的破坏程度，包括岩体的解体和变化程度及风化深度。岩石的解体和变化程度一般划分成：未风化、微风化、中等（弱）风化、强风化和全风化。

（二）花岗岩球状风化不良地质发育特征

花岗岩在成岩过程中，在构造应力和风化营力等作用形成多组正交节理，当岩石在地表附近出露风化时，

岩石块状棱角突出部分更易风化，导致逐渐趋于球形，最后形成球状孤石与土状风化物混杂的球状风化体。由于球状风化体隐伏特征较强，勘察及施工过程中不易被发现，导致误判为持力层^{[2][3][4]}。



图1 花岗岩球状风化体

（三）冲击钻作用下现场花岗岩渣样鉴别要点

1. 渣样的新鲜程度

渣样的新鲜程度本质上就是渣样展现的风化程度。弱风化岩石、矿物质失去光泽，颜色暗淡，部分易风化矿物已经变色，黑云母失去弹性；强风化岩石大部分矿物变色，形成次生矿物（长石的次生矿物多为高岭石、二氧化硅和盐基物质）；全风化岩石、矿物已完全变色，大部分发生变异，除“石英”外大部分风化成土状。



图2 花岗岩全风化、强风化



图3 花岗岩弱风化

2. 矿物组成比例及结合状态

一般花岗岩矿物含量：长石50%~70%、石英20%~30%、云母5%左右。当核查渣样石英含量明显多于长石时，说明长石风化程度高，成土状，在冲击及水的冲洗下，流失。另外弱风化的花岗岩长石与石英结合

紧密，所以冲击钻打出的渣样，可以看到较多的长石和石英紧密结合。

3. 硬度

矿物硬度是指矿物抵抗外来机械作用力（如刻画、压入、研磨等）侵入的能力。在矿物学中所称的硬度，通常多是指摩氏硬度，即矿物与摩氏硬度计相比较的刻划硬度。由软至硬分为十级：①滑石②石膏③方解石④萤石⑤磷灰石⑥正长石⑦石英⑧黄玉⑨刚玉⑩金刚石。指甲的硬度为2.5、小刀的硬度为5.5。因而它把矿物的硬度粗劣的划分为小于指甲（<2.5）、指甲与小刀之间（2.5-5.5）和大于小刀（>5.5）三个级别。所以现场鉴别时弱风化的渣样很难被指甲抠开。

4. 形态（磨圆度）

花岗岩工程力学特征表现为：强度高、硬度大和脆性强等特点，且多呈细粒~粗粒结构。在冲击钻作用下，花岗岩体碎裂成颗粒，颗粒多呈棱角状，因未经外力的长期作用，例如机械磨损、风化剥蚀及水的长时间冲刷搬运，弱风化花岗岩渣样磨圆度一般较差。所以当发现渣样磨圆度较好，一般表明风化程度较高。

5. 钻探施工记录

钻进效率，通过工程经验及现场调查，硬岩（单轴饱和抗压强度大于30MPa）在冲击钻的冲击下钻进速度小于15cm/h，钻进速度需要考虑钻进机型与冲程，一般作为判断的重要辅助依据（冲击钻打出的渣样及其破碎，且易受钻孔上部全~强风化渣样掉落孔底影响，所以钻进速度对判断是否桩端进入持力层极为重要。判断桩端是否入岩，通过钻探记录，可以清晰绘制进尺速度曲线图，当曲线收敛、平缓，且收敛速度较低，则能判断入岩。

6. 渣样风化程度的变化趋势

按深度标准取渣样的意义，就在于可以清晰展现出地层随深度增加风化程度产生的变化。而单独识别某深度的渣样很难分辨出风化界线附近的渣样（例如强风化到弱风化的过渡和全风化到强风化的过渡）。核查细则一般要求的取样间距，是为了能看到风化程度变化的过程。

四、桩基施工现场易存在的问题

由于现场施工交底不到位，或者现场施工管理不到位，在地质核查过程中，个别机组为追求工作量及工作进度，存在以下几种不规范操作：

（1）搬运渣样，即部分机组人员将核查合格的渣样，搬运到后面的桩基，待钻孔至设计深度将搬运过来的渣样摆放至桩端对应深度。

（2）拿回填块石碎渣当渣样来验，回填块石与地层同一岩性，反上来的全是弱风化渣样。

（3）挑选渣样，即将钻井液冲洗上来的渣样中风化程度高的剔除，风化程度低的留存，对核查人员造成鉴别造成影响。

（4）记录不规范、不及时，即钻探记录经常钻孔完成后统一编写，未按实际钻进情况进行记录。

（5）渣样取样未按要求频次及深度，现场经常钻孔完成到最后，再从泥浆池中捞取混在一起的渣样摆好。

上述不规范的操作，对地质核查工作造成严重影响，常常导致地质人员无法正确判断桩端是否进入到设计持力层。

另外因为花岗岩不均匀风化，勘察过程中未穿透球状风化体，导致现场桩基施工时桩端翻浆带出渣样为球状风化体的弱风化渣样，钻探记录时间符合弱风化钻进特征，导致核查人员误判。这种情况很难通过地质核查来排除，但同一墩台下，不同桩成桩长度差异较大时应及时补勘，查明实际强弱风化线。

五、桩基施工管理建议

桩基施工质量需要全员参与管理，不能单独依靠地质核查人员，施工、监理、设计和建设单位各付其责，严格控制各环节质量、程序，才能保证工程实体质量。具体到确保桥梁柱桩桩端进入持力层，建议做好以下措施：

（1）对于钻探施工记录，做好过程管控。改进桩基成孔记录方式，统一单位时间或单位进尺进行记录，成孔速率是判定地层强度的重要依据。根据不同的设备型号（冲击钻、旋挖钻等），就每套地层钻进速率进行记录。

（2）提前通知地质核查人员到现场、根据钻进预判成孔时间。现场施工单位地质人员掌握地质情况，满足施工图要求后再找勘察、监理地质人员现场核查。对于本身预判就不符合施工图要求，嵌岩不够的桩，提前向核查人员说明加到设计要求后再现场核查，避免不断加深的情况发生。

（3）施工单位做好交底工作，特别是技术人员向施工机组人员交底环节，要让工人明白工作中需要重点把控的质量要点和关键环节，同时告知工人操作环节的必要性 and 不按规定要求作业的后果严重程度。

（4）现场做好巡视抽查工作，技术人员要不定时到机组处进行检查，重点检查渣样捞取的及时性、真实性和钻探记录的及时性与真实性。

（5）明确各方职责，做到哪个环节出了问题，就由谁负责，不可提到桩基未入持力层就是地质核查人员的问题。

参考文献

- [1]张兵. 厦门岛内花岗岩球状风化特征分析及其工程地质问题[J]. 铁道勘察, 2020, 2: 70-71.
- [2]王浩, 刘成禹. 闽东南花岗岩球状风化不良地质发育特征及其工程地质问题[J]. 工程地质学报, 2011(4): 564-569.
- [3]陈明晓. 广东沿海地区花岗岩风化剖面及其差异风化现象的特征分析[J]. 广东公路交通, 2003(1): 59-63.
- [4]董荣. 花岗岩球状风化的形成机理新析[J]. 矿产与地质, 2016, 30(5): 842-845.