

技工学校交流讲义

电气设备检修

重庆电力技工学校等五校合编

学校内部使用



中国工业出版社

本書首先介紹了电气检修的組織管理，起重搬运、基础施工和低压配綫工艺等基本知識，然后逐一地敘述了电綫、母綫、隔离开关、油开关、变压器、异步电动机、直流电机和汽轮发电机的检修方法。在各章节中，对各部件的故障現象和原因、检修質量标准以及安全注意事項等都作了較詳細的說明。

本書是电力技工学校电气运行与检修专业的教材，适用于入学程度为初中畢業和高小畢業的学生，同时对发电厂和变电所电气检修人員也有一定的参考价值。

本書由重庆电力技工学校林秉忠、河南省电业局技工学校李光亮、楊树油发电厂技工学校张宝玉、陕西省电业局技工学校俞学浦、浙江电力技工学校戚永康編写和修訂；并經天津电业局电力技工学校、水利电力部生产司周庆昌、石景山发电厂吳德茂审查。

电气設備检修

重庆电力技工学校等五校合編

水电技工教材編輯組編輯（北京阜外月壇南書局）

中国工业出版社出版（北京佟閣路丙10号）

（北京市書刊出版事業許可証出字第110号）

北京市印刷一厂印刷

新华書店北京发行所发行·各地新华書店經售

开本 787×1092 1/32·印张 8 3/4·字数 219

1962年1月北京第一版·1962年1月北京第一次印刷

印数 0001—1,170·定价 (7-2) 0.71 元

統一書号:K15165·1222 (水电-193)

目 录

第一章 概述	1
第一节 电气检修工作的任务和分类	1
第二节 大修前的准备工作	1
第三节 大修的組織和管理工作	3
第四节 检修后的驗收工作	3
第二章 起重搬运	4
第一节 起重工具和使用方法	4
第二节 搬运	14
第三节 安全工作須知	16
第三章 基础施工	17
第一节 划綫和埋地脚螺絲	17
第二节 混凝土基础施工方法	21
第四章 低压配綫工艺	29
第一节 电綫的連接	29
第二节 屋内低压配綫	39
第五章 电纜	46
第一节 概述	46
第二节 电纜的搬运与敷設	46
第三节 电纜接头盒和終端盒	56
第六章 母綫的連接方法与維護	69
第一节 概述	69
第二节 母綫加工	71
第三节 母綫螺絲連接	75
第四节 硬母綫的刷漆	80
第五节 母綫的焊接	81
第六节 母綫的維護	85
第七节 变色漆	87

第七章	隔离开关的检修	88
第一节	概述	88
第二节	隔离开关的故障	89
第三节	隔离开关的检修与维护	90
第八章	油开关的检修	94
第一节	概述	94
第二节	油开关的外部检查与清扫	95
第三节	消弧室的检修	97
第四节	接触子的检修	100
第五节	操作机构的检修	103
第六节	动作速度的调整	106
第七节	SN1-10型贫油油开关的安装与调整	109
第八节	SN3-10型贫油油开关的安装与调整	114
第九节	保安注意事项	117
第十节	油开关一般检修标准	117
第九章	变压器的检修	120
第一节	概述	120
第二节	变压器绕圈的检修	122
第三节	变压器铁芯的检修	127
第四节	变压器各部的检查	129
第五节	套管的检修	135
第六节	变压器的干燥	138
第七节	绝缘油的处理和耐压试验	141
第八节	变压器检修后的验收及加入运行	149
第九节	变压器的试验	150
第十章	异步电动机的检修	165
第一节	概述	165
第二节	小型电动机的安装	168
第三节	起动调节器的安装	176
第四节	电动机机械部分的修理	178
第五节	铁芯和绕圈的修理	188

第六节	电动机的拆卸和装配	194
第七节	电动机被带动机械的中心调整	196
第八节	电力设备中性点接地与中性联接线	198
第九节	电动机的测量及试验	199
第十节	异步电动机的定期检修	205
第十一节	转子和电枢的平衡	211
第十二节	工作中的技术保安知识	212
第十一章	直流电机的检修	215
第一节	概述	215
第二节	整流子和刷握的修理	216
第三节	故障检查	224
第四节	直流电动机运行中的故障	227
第五节	直流发电机的一般故障	233
第六节	定期检修	235
第十二章	汽轮发电机的检修	242
第一节	概述	242
第二节	汽轮发电机的典型故障	244
第三节	汽轮发电机的拆装	249
第四节	静子的检修	259
第五节	转子的检修	262
第六节	附属设备的检修	264
第七节	发电机的预防性试验	265
第八节	大修后的验收	269
第九节	发电机的干燥	270
主要参考书		276

第一章 概 述

第一节 电气检修工作的目的和分类

为了保证不间断地对用户供电及保证发电厂能安全经济地进行生产，除要对各种设备进行正确的运行维护外，尚须进行各种检修工作。通过对设备的检修将达到如下的目的：

1. 恢复和保持设备的铭牌出力，并延长设备的使用年限及保证电能质量；
2. 事先消灭设备上的缺点和隐形事故，保证安全运行；
3. 提高和保持设备的最大效率，保证经济运行；
4. 提高设备利用率，保证计划生产。

电气设备的检修工作包括：大修、小修、事故修理三种。大修进行的工作比较全面彻底，其间隔时间较长。小修是指一般性的检修或仅进行电气设备的外部补修与清扫，其间隔时间较短。所谓间隔时间就是指这次检修离上次检修所相隔的时间，各种电气设备大、小修间隔均根据“电业检修规程”而定。事故修理是指设备发生故障后被迫进行对损坏部分的修理或更换新的零件。

为了提高设备的出力或改进设备的工作条件等而进行的改进工程，一般均和大修工作同时配合进行。

电气设备的大修又可分主要设备大修和辅助设备大修两种。主要设备有：发电机；调相机；2000千伏安及以上的变压器；35千伏级及以上的架空线路等。辅助设备为上述各主要设备以外的其他电气设备。

第二节 大修前的准备工作

一、生产企业单位应在主要设备大修前一个月，开始进行大修准备工作，其内容包括下列几方面。

1. 編制大修項目表；
2. 編制大修進度表；
3. 編制大修準備工作進度表，其內容包括檢修用機械工具的製造與修理、備用零件的準備與修理、材料的準備、技術保安措施與消防措施的準備等項；
4. 編制非標準項目中，檢修技術複雜項目的施工技術措施；
5. 繪制搬運路線圖，在圖上應注明起重與搬運機械的位置；
6. 繪制放置機件與零件的平面圖，在圖上應注明每一地點所容許的載重量；
7. 編制在大修時所需要的各種材料、工具、用品及更換零件的明細表；
8. 編制必要的備用零件草圖的繪制計劃。

所有大修準備工作，應在大修開工前完成。

二、大修項目表應根據批准的年度大修計劃及改進工程計劃、設備運行記錄、事故報告、設備缺陷記錄、最近一次小修記錄、上次大修驗收報告、機組運行試驗的結果、機件與零件磨損期限、專家建議和決定採用的合理化建議等資料編制，並應於機組拆開檢查時，加以核對。

三、在進行大修的準備工作時，應充分考慮研究大修工作的機械化問題。

四、做好檢修人員的組織工作。

大修前應組織工人學習與討論已編好的大修施工計劃，提出修改意見，以求達到保證檢修質量、縮短檢修日期、提高勞動生產率與節約材料的目的。此外，還應組織檢修人員學習各有關安全規程和檢修工藝，並進行考試。考試不合格者必須繼續學習，至補考到合格為止，否則不允許參加本次檢修工作。

五、準備好檢修工作場地，並將檢修的設備與帶電部分隔離。

六、根據檢修項目，準備必需的材料和備品。

七、检查必需的工具、专用机械、起重设备和其他起重机械等。

第三节 大修的組織和管理工作

为了保証检修质量,加快检修进度,所有检修工作均分专业小组同时进行。在发电厂內各組检修工作由电气分場主任或負責检修的分場副主任领导;在电力网綫路方面由綫路工段长领导;在变电所方面由变电所主任领导;在实行集中检修时由检修队长领导。

在检修过程中,应当注意做好记录,所有間隙、各处尺寸、符号、零件的磨損和腐蝕与其他情况,均应記入记录卡片內,必要时还应画出设备草图,以便于下次检修和日后作为分析事故的依据。

在检修过程中发现新的重大缺陷时,应迅速汇报給直属上級,听候处理意見。如需要追加大修項目或取消重要大修項目时,应呈报电业局批准,而对所有设备构造的改变和系統的改变,只許按照本单位总工程师批准的方案进行工作。

第四节 检修后的驗收工作

为了保証检修工作的质量,设备检修竣工后应进行驗收,以检查列入大修項目表中各項工作的完成情况。驗收工作分总驗收、分段驗收和零星驗收三种。

对于发电机、調相机和变压器經冷状态的初步总驗收后,还須作带負荷检查,若沒有发生缺陷时,机組即作为正式投入运行或投入备用,并对检修质量給予初步評价。如果发现有关缺陷时,則在缺陷尚未消除和未进行第二次带負荷检查时,机組大修不能算結束。

检修的机組投入运行后,应进行一系列的运行試驗和測量工作,經過較长的一段时间运行后,才能对机組的大修工作作出最后的評价。

第二章 起重搬运

第一节 起重工具和使用方法

一、绳与绳扣 起重工作常用的绳有麻绳和鋼絲绳两种。

麻绳有較大的柔性，因此使用很方便。但它容易腐坏，而且在受潮时其强度大为降低。所以麻绳常用于手工起重操作中，起重或搬动重量較輕的物体，而在机动的起重机构中一般不用麻绳，而根据物体的重量，选用鋼絲绳。

鋼絲绳由六股鋼絲股綫合成，中間有浸油麻芯，每股鋼絲股綫由 19、37、61 等根鋼絲捻成，浸油麻芯不仅可以增加鋼絲绳的柔性和弹性，并使其不致生銹。

鋼絲绳的拉力很强，但不耐折，所以鋼絲绳不可打成死結，应在結扣处垫上木板，这样結扣处才不易被折断。

当鋼絲绳捆在挂鈎或沉重的机器上时，容易把机器或鋼絲绳磨坏，所以鋼絲绳上必須填布或木块，或者将鋼絲绳作成绳套。鋼絲绳套的形状如图 2-1 所示。

为了防止弯曲过小或磨損，绳套中間可加入薄鋼板做成的套环。套环有尖形的、圓形和心形的，图 2-2 所示为心形套环。

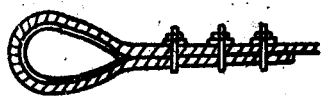


图 2-1 鋼絲繩套



图 2-2 心形套环

常用的绳扣有下面十种：

(1) 抬扣：抬重物穿扁担用的扣，容易調整，容易解开。結扣时，左手将绳一端折回拿住，右手握绳另一端，由里向外在左手绳上繞一圈半后，将繞的绳从圈下掏出，提起两个绳圈即成如

图 2-3 (从 1 下掏出 2, 提起 3、2 两圈, 在 3、2 两圈中穿扁担)。

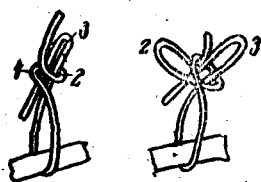


图 2-3 抬扣



图 2-4 倒扣

(2) 倒扣: 吊杆的掙绳与地锚鉄絲连接处用的扣, 通常用三个倒扣結紧, 再用細鉄絲把绳头綁住, 如图 2-4。

(3) 束馬扣: 系馬时用的扣, 可吊不甚重的物体, 是抬扣的一种变形。結扣的方法如图 2-5 所示, 第一步左手握住一个绳头 3, 留出較长的绳头; 右手把绳的另一端由里向外繞一圈半; 第二步把图中的 1 圈移到 2 圈上; 第三步把 3 折回繞过 1 圈; 穿入 2 圈, 然后把绳拉紧即成。

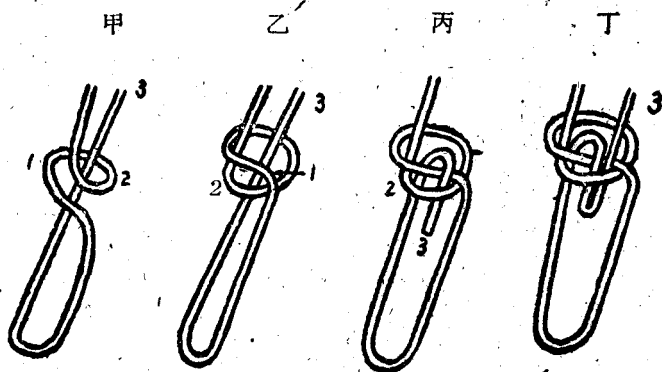


图 2-5 束馬扣

为着解扣方便, 可以留活头, 就是在第三步操作后, 把绳头

3再折回穿过2圈，然后拉紧。解扣时只要拉绳头3就行。但吊重物时，不可留活头，以免发生危险。

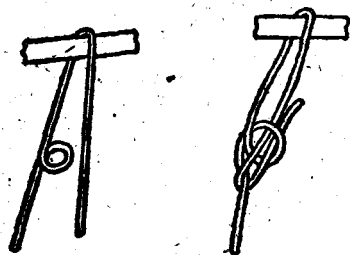


图 2-6 铁绳扣

(4) 铁绳扣(钢丝绳扣): 结扣的方法如图 2-6 所示, 先把钢丝绳反折一圈, 然后将绳的另一头穿过这圈, 由左向右绕绳一周, 再从圈中穿出即成。一般结这个扣时, 在圈中插入一硬方木, 以防钢丝绳折伤。

(5) 死扣(平扣): 用处很广, 登高时可系在腰部。结扣的方法如图 2-7 甲、乙, 结时相同一侧的绳中间切不可有绳横过, 如果横过就是结错了, 如图 2-7 丙。死扣的另一形式如图 2-7 丁。

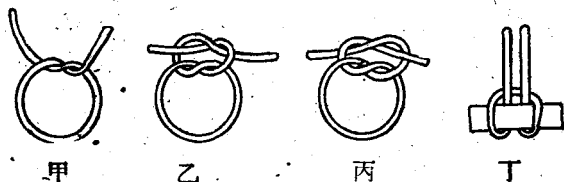


图 2-7 死扣

(6) 腰绳扣: 腰绳扣要求结好后应结实, 不能自行解开, 解扣时不要容易解开。一般把死扣略加改变即成。结扣的方法如图 2-8 所示, 将绳的一端先叉好一个绳套, 把绳头穿过这绳套后, 绳绕一周, 再穿到绳头与绳套成的圈里, 拉紧即成。

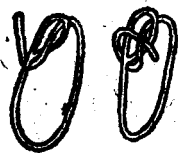


图 2-8 腰绳扣

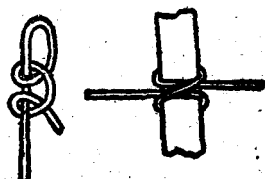


图 2-9 猪蹄扣

(7) 猪蹄扣(双套扣): 綁結在吊杆頂部和其他結實的地方, 它是由两个倒扣合成, 但两个扣的方向相反, 如图 2-9。

(8) 背扣: 上下传递工具材料使用的扣, 利用向上拉的力量来紧固, 物体传递上时, 又能立刻解开, 一般多用在圓形物上。

結扣的方法是一个绳头向另一个绳头繞一周后, 回向本身繞两周, 拉紧即成 (不必多繞), 如图 2-10 甲。传递长物时, 下端用背扣, 上端加一倒扣即可, 如图 2-10 乙。

(9) 传递扣: 上下传递物体, 如果不要物体本身损伤, 不碰伤其他物体, 应当使用传递扣, 它的形式象背扣, 如图 2-11, 绳一端繞他端后折回。結这种扣时, 绳子的长度要有传递高度的二倍, 上部人員慢慢用手搗繩子, 下部人員慢慢放繩子, 都不能松手, 这种扣应結在绳中間。

(10) 死瓶扣: 吊物体用的扣, 物体吊起时可以不摆动, 而且結实。吊套管等物体时多采用它。

結扣时, 第一步先把绳子两头对齐, 把折回的绳头放在绳子中間, 形成

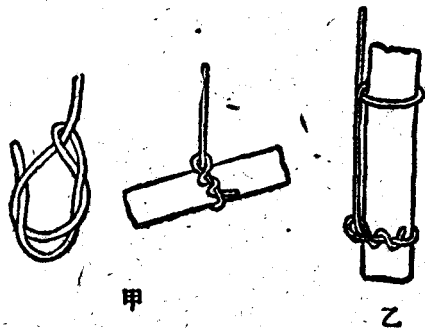


图 2-10 背扣
甲—背扣; 乙—背扣与倒扣。



图 2-11 传递扣

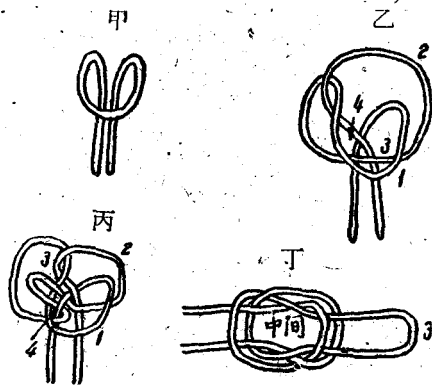


图 2-12 死瓶扣

1、2 两个圈，如图 2-12 甲；第二步从 2 圈中掏出 1 圈，折回放在线端 3 下，如图 2-12 乙；第三步由 4 圈中把 3 从 1 圈中掏出，如图 2-12 丙；第四步慢慢拉绳，成图 2-12 丁的形式，中间套可套在套管等物体上。结成的绳扣，两端各出两绳头，绳头上下都有绳横过。

两鋼絲繩系結的方法，如图 2-3 所示。

鋼絲繩挂到鈎上的方法如图 2-14 所示，虽然有一绳被另一绳压住的缺点，但是不容易串动。



图 2-13 两鋼絲繩系結方法



图 2-14 鋼絲繩挂到挂鈎上的方法

二、单杆和双杆 現場除用起重机起重外，有时也使用木杆組成的单杆和双杆（人字架）起重。

单杆或双杆的系結方法，是用鋼絲繩在头部打一猪蹄扣，然后用一绳头繞四圈到六圈，打一倒扣，引下綁到地錨上。另一绳头在前一倒扣上打一倒扣，引下綁到另一地錨上。但两扣必須順繩的方向結。如附近有电綫杆等，經检查根部沒有腐爛情况时，也可利用。

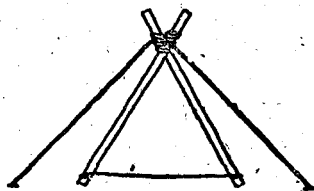


图 2-15 双杆的綁法

綁双杆时，绳扣先不要結的太紧，以便杆能分叉。叉度 30 度比較合适，但必須能容下物体，下部两杆之間用鋼絲繩連結，防止劈叉，如图 2-15。

綁单杆时，绳扣下要另用鉄絲綁一橫木，以防绳扣滑下。单

杆易轉动，易歪斜，綁的掙繩要粗些。

木杆必須使用硬木材，頂部不可太細，根部更要粗。长度应根据使用目的来决定。

立木杆以前，应先在要立杆的地方挖一个斜坑，把木杆底部頂住，以免立杆时滑动。木杆頂部的繩子应預先綁好，以便杆立起后使用。立木杆的方法有两种：一种是将掙繩的一端結在磨上，用磨把木杆絞起；一种是用兩組木头叉杆，一組一組互相倒換地将木杆叉起（叉杆是由兩根小木头組成，上面用鉄絲做成鏈狀連接，距根部一米的地方穿一圓鋼做把手），立木杆时，应尽量垫高木杆頂部（吊比較重的物体最好使用人字架），并注意以下五点：

(1) 立人字架以前，检查木杆是否良好，腐烂弯曲多节的不可利用，木杆小头直径应合乎規定，一般都在20厘米以上。

(2) 綁人字架时，兩杆的下部都应对齐，以免支力不平衡；木杆上部所纏鋼絲繩的回数，应根据所吊物体和木杆重量决定，并要把繩扣拴好。兩掙繩应由兩木杆的交叉中心引出，固定滑車的鋼絲繩扣，由正面背过把滑車挂好。

(3) 立人字架前，下部兩杆之間应用鋼絲繩綁好，再把木杆下部固定，以免杆立起时，杆底部移动而发生事故。

(4) 立人字架之前应检查一次磨，磨应放置在被立木杆的25米以外（以保証安全），拴磨繩应有足够的拉力。立木杆时，由专人指揮，不許喧嘩。

(5) 木杆立到三分之二的高度时，木杆后拉掙繩的人把掙繩繞在附近电杆根部一圈，随木杆的起立往前送繩，以免木杆前倒造成事故。

三、滑車 起重用的滑車，根据使用的繩可分为用麻繩的滑車和用鋼絲繩的滑車。根据輪子数目又可分为单輪、双輪和三輪等。

使用滑車的目的是改变力的方向，减少使用的力量。滑車的

輪子越多，工作起來就越省力，但是所花的時間很長，效率低。

使用滑車時，詳細檢查滑車的軸、輪、鈎子和軸架等是否有破裂磨損，軸承上應加潤滑油，加到滑車上的力量不得超過規定數值。為避免繩子損傷，滑車輪不可小於繩子的需要。穿的繩子要夠長。

四、磨和穩機

1. 磨有木制的和鐵制的兩種，能承受5噸和10噸等的力量。磨由磨心、支架和軸承等構成（圖2-16）。軸心上部推杆的支持部分有兩個穿心洞，可插入推杆。使用時由兩個穿心洞插入鋼管，用人力推動，但磨心很小，不能卷很多鋼絲繩，因此鋼絲繩必須從一頭卷入，從另一頭卷出，圖2-16所示是從磨心下部卷入而從上部卷出。推磨時，軸承各處應時常加油。但是使用以前必須檢查磨軸和軸承是否堅固，必要時可先行試驗。

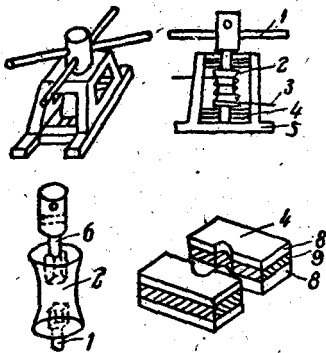


圖 2-16 磨

1—推杆；2—磨心；3—繩；4—軸承；
5—支架；6—磨軸；7—軸；8—鐵板；
9—木板。

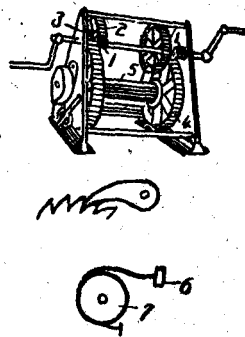


圖 2-17 穩機

1,3—小齒輪；2,4—大齒輪；
5—軸；6—手輪閘；7—鐵盤。

2. 穩機也是一種起重機構，它是利用鋼絲繩在軸上卷繞的方法來吊起重物的，其結構如圖2-17所示。它有兩組手齒輪，每組由四個齒輪構成，手搖曲柄時，轉動小齒輪1，小齒輪帶動

大的齒輪 2 和另一小齒輪 3，齒輪 3 帶動另一大齒輪 4，大齒輪帶動軸 5，將鋼絲繩卷繞在軸 5 上。所以這種機械很省力。使用時只要把鋼絲繩壓到大軸 5 上，手搖曲柄，就可將重物吊起。

為了保證安全，在軸 5 的左上方裝有月牙形閘，可以控制大軸旋轉方向，使其只能正轉，不能反轉。此外在軸 5 的左下方還有一手輪閘 6，它可隨意松緊，緊閘時，可使已吊起的重物慢慢落下。

穩機的拉力為 1~10 噸，常用的是 3~3.5 噸。工作時需要三人，二人搖曲柄，一人整理大繩。使用時應先看穩機上附有的銘牌，牌上載有製造廠，能載重噸數等。

使用磨或穩機前，必須用鋼絲繩把它同地錨或電綫杆連接好。

五、千斤頂 安裝或檢修時，如要將重物移動較小的 height，可用千斤頂。千斤頂按其作用原理不同可分為齒條千斤頂、螺旋千斤頂和液壓千斤頂三種。齒條千斤頂的構造原理如圖 2-18 所示。齒輪上有一制動擊，使千斤頂只能沿一個方向轉動。

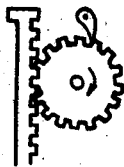


圖 2-18 齒條千斤頂

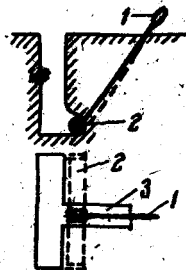


圖 2-19 地錨

1—拉纜；2—橫木；3—拉纜溝。

六、地錨 地錨是埋設在地下的橫木，用來固定磨、穩機和吊杆，一般在附近沒有電綫杆等物時多使用它。地錨是利用土壤的重量把橫木固定住，土質結合愈密愈好，粘土坑應挖得深，此外與土中的水分，季節等也有關係。地錨的打法如圖 2-19，在指

定地点挖一个 1.5 米深的 U 形坑，埋入一根横木，横木长为 1.2 米以上，直径在 20 厘米以上，有时用两根 12 厘米的方木也行。

地上还要挖一条拉线沟，横木中部系一根拉线后，由拉线沟中引出，拉线沟与地面成 45° 角。拉线一般多用 7~10 根铁丝，铁丝一端绕在横木上，然后再一根根地缠绕本体，每根绕 10 圈后用钳子卡断。最好在缠最后一圈以前先卡一深印，待最后一圈缠好时一弯就断，这样表面可以整齐。根数过多时可以两根一起绕。铁丝与横木间可垫一钢板，以防横木折断。拉线另一端弯成一个套后，也一根根地缠到本体上，每根绕 10 圈。

七、起重时的注意事项 起重是一个大胆、细心和谨慎的工作，关系着全工程的进度，如不慎发生意外，可影响全部工程。工作时应注意以下几点。

1. 物体吊起时注意事项：

(1) 起重前，根据所吊的物体检查使用工具。所用的工具和绳索的受力不准超过规定的数值，拴物体的铁绳扣应超过物体宽的一倍。如物体易碰坏，应垫上草袋子和破布。挂钩或滑车上的钢丝绳不许扭曲，以免物体吊起旋转，发生事故。滑车与物体的重心应在一条垂直线上，以免吊起摇摆发生事故。掙绳和磨应绑在离吊杆长一倍半的地方。吊杆脚上的底滑车受力 20 吨以内时，可绑在吊杆大腿上，否则应另设地锚。所有开门式铁滑车的闭门钩子和铁滑车的大钩，都应用细铁丝封闭。

(2) 起重前，物体上面绑绳扣的人必须下来，如物体高 1.5 米以上，应当从小梯子下来，不许跳下，也不许从绳上滑下。物体吊起时，下面不许有工作人员，以免发生危险。

(3) 起重时，工作人员必须精神集中，听口令一致行动，非工作人员不得进入起重范围内。

(4) 物体刚离地时，应进行一次全部检查和试验。检查人字架、两条掙绳、吊物体的滑车、动滑车、钢丝绳、木杆下的掙滑车、磨和各处的钢丝绳扣，如全部合格才许继续吊起。