

鞍钢基建工程技术总结

土建工程

冶金工业出版社

鞍钢基建工程技术总结

土 建 工 程

鞍山冶金建筑总公司 編

鞍鋼基建工程技术总结

土 建 工 程

鞍山冶金建筑总公司 編

— * —

冶金工业出版社出版（北京市灯市口甲45号）

北京市书刊出版业营业许可证出字第 093 号

冶金工业出版社印刷厂印 内部发行

— * —

1959 年 11 月第一版

1959年11月 北京第一次印刷

印数^精 1,020 册
^平 1,520 册

开本 787×1092 • 1/16 • 526,000字 • 印张29

— * —

统一书号 15062 • 1521 定价：^精 4.20 元
^平 3.60 元

出 版 者 的 話

鞍山鋼鐵公司是我國第一個鋼鐵工業基地，從 1952 年開始擴建，到 1959 年即將全部建成。

我國的冶金建設工作者，在蘇聯專家的熱情幫助下，勝利地完成了這個大型鋼鐵基地的建設任務，也積累了豐富的經驗。

“鞍鋼基建工程技術總結”着重總結了鞍鋼建設工程中的施工實踐及施工技術方面的經驗教訓。這些經驗對於我國今後大、中型鋼鐵企業的建設具有重大的參考價值。

本書包括：幾項重點工程；土建工程；金屬結構製作與安裝；機械安裝；電氣安裝；筑爐工程等六個部分，分六冊出版。

本冊內容包括土方與地基基礎、混凝土與鋼筋混凝土、防水工程、水道工程、鐵路工程等部分。

前 言

我国第一个钢铁工业基地——鞍山钢铁公司，从 1952 年开始进行大规模的改建和新建，到 1959 年即将全部建设完成。这是我国钢铁工业发展中的一个伟大的胜利。

鞍钢基本建设共完成投资总额计划的102.4%，建筑安装工作量计划的108%。新建和改建的工程项目包括：采矿、选矿、炼焦、炼铁、炼钢、轧钢等四十多个主要生产厂矿和一整套为生产服务的运输、动力、机械等辅助部门。

全部建成后的生产能力与1951年比较，矿石将增长十二倍，铁将增长七倍，钢将增长八倍多，钢材将增长九倍，焦炭将增长近七倍。

几年来鞍钢建设事业的发展，始终得到党中央和毛主席的深切关怀。它的一切成就是和党的英明领导、全国人民的大力支援、苏联政府和苏联专家的无私援助分不开的，同时，也是和全体职工的辛勤劳动分不开的。

在建设过程中，经过实际锻炼和苏联专家的热情指导，建筑安装的技术力量及技术水平有了迅速的增长和提高，同时并积累了一定的经验。但工作中的缺点和错误也还不少。根据党的鼓足干劲、力争上游、多快好省地建设社会主义的总路线来检查，有些还是比较严重的。这些，都需要我们认真地加以总结，并在今后建设事业上正确运用与借鉴。

为了积累资料，总结经验，提高施工技术水平，我们于 1958 年上半年分专业进行了鞍钢基建工程技术总结。这个总结共有：几项重点工程、土建工程（包括水道、铁路）、金属结构制作与安装、机械安装（包括工业管道）、电气安装及筑炉工程等六个部分。总结着重在施工实践及施工技术方面的经验教训。由于资料积累不够，组织机构与人员的变动等原因，致有一部分项目未能包括在总结之内。

几年来鞍钢的建设和这次总结工作中，我们都得到苏联专家精湛的技术指导和热情的帮助，在这里谨向苏联政府和苏联专家表示衷心的感谢！

这次总结因为时间和人力不足，水平有限，对鞍钢基建工程技术方面的经验和教训，都未能得到充分的反映，至于编纂上的缺点和错误当亦不在少数。深望各兄弟单位和读者多予批评、指正。

鞍山冶金建筑总公司

1958 年 12 月

目 錄

前言

土方与地基基础

挖土、填土	3
施工排水	30
鋼筋混凝土桩基	38
地基加固	58
沉井	75
旧基礎加固	87
托柱換基	95
基礎的沉降	109

混凝土与鋼筋混凝土

混凝土原材料及配合比	135
混凝土攪拌厂及攪拌站	172
混凝土澆灌	206
模板制作及安裝	227
鋼筋加工及組合安裝	258
軌鋼設備基礎地脚螺絲固定架	277
耐热混凝土	298
混凝土預制构件的生產	329
混凝土冬季施工	346

防 水 工 程

卷材屋面防水	383
地下粘貼式防水层	401

水 道 工 程

石棉水泥接口	419
巷道及頂管施工	429
帶水接点	436
管道的水压試驗	439

鉄 路 工 程

鐵路加固	449
3号高爐称量車鐵路施工	455

土方与地基基础

挖 土、 填 土

1952 年至 1957 年,共挖方 1376 万公尺³,填方 873 万公尺³。土方工程量逐年增加,如表 1。

表 1

年 度	1952	1953	1954	1955	1956	1957
挖方量(公尺 ³)	507672	479714	1539646	3173707	3826788	4229593
填方量(公尺 ³)	442670	336747	1442073	1812341	2563042	2132760

土方工程的主要对象为厂房建筑的基础坑、管沟、尾矿坝和铁路路基,其中以基础坑的工程量最大。

挖掘的土壤绝大部分是砂质粘土和粘土。按土壤的施工分级,多数属于Ⅱ级和Ⅲ级。在矿山工程中还挖掘岩石 90 余万公尺³。在炼钢、轧钢等地区共挖掘矿渣 20 余万公尺³。

用于回填土的土料多数是砂质粘土和粘土,其次是矿渣,一部分用砂子和卵石。

鞍钢地区的地下水位较高,平均在地表以下 2~6 公尺,厂内常有工业废水渗入地层,因此在大部分土方工程施工时,均需作好对地下水的处理。

自 1952 年开始配备了一些土方机械,以后随工程任务增长逐年添加(表 2)。

表 2

机 械 数 量 及 名 称	1952 年	1953 年	1954 年	1955 年	1956 年	1957 年
单斗挖土机 { 台 数	5	6	9	15	17	17
斗容量(公尺 ³)	2.5	3	6.5	10.5	16	16.75
推 土 机 { 台 数	5	8	11	20	16	16
力	374	588	724	1418	1176	1176
拖 拉 机 { 台 数	2	2	8	13	9	11
马 力	160	160	588	910	616	796
鏟 运 机 { 台 数	2	2	7	7	4	4
斗容量(公尺 ³)	16	16	39.5	39.5	26.5	26.5
自 卸 汽 车 { 台 数	—	42	72	87	97	97
载重能力(吨)	—	461	456	553.5	618.5	618.5
拖 斗 { 台 数	—	—	1	5	6	6
斗容量(公尺 ³)	—	—	10	50	60	60

历年土方工程机械化程度如表 3。

1954 年以前多数为正鏟单斗挖土机,以后基坑渐多,开始改装反鏟及拉鏟,鏟斗容量均在 1 公尺³以内。1956 年初成立了土方工程公司,负责机械化土方工程。在此以后,开始利用挖土机挖掘地下水位以下的土壤,并逐步地利用挖土机挖水沟和水井,拉鏟的作用就愈来愈显得重要了。因此,在 1956 年拉鏟设备增至 5 台,1957 年

末增至 9 台。此外,由于挖掘矿渣和岩石的需要,又配备了一台 C Θ -3 型斗容量为 3 公尺³的电鏟。

表 3

年 度	1952	1953	1954	1955	1956	1957
机械化挖方量(公尺 ³)	66009	94024	498949	1066365	1335684	2082898
机械化程度(%)	13	19.6	32.4	33.6	34.9	49.2
机械化填方量(公尺 ³)	51792	57247	363578	846638	1038904	584064
机械化程度(%)	11.7	17.0	25.2	46.7	40.8	27.4

填方机械多用推土机,其次为压路机和混凝土夯锤。

运输机械除自卸汽车外,还有用拖拉机牵引的拖车。

虽然配备了相当数量的土方机械,然而手工施工仍然占很大比重,到 1957 年底,尚有 50% 左右的挖方工程和大部分填方工程是由手工来完成的。手工挖方的垂直运输,一般使用小型机械;远距离的运搬多用马车;距离较近的则用轻轨或人工。1958 年开始,人工运土基本上消灭了。

一、机械挖方

(一) 挖土机械配备

我们挖方的特点是:基坑多;地下水位以下的土方多;粘土类土壤多;挖方地点比较分散。因此,配备的挖土机绝大多数是 0.5~1 公尺³斗容量的。这种挖土机移动比较灵活,挖掘小量土方,配备斗容量 0.25 公尺³的 Θ -255 型挖土机,带有正鏟及拉鏟设备,就基本上满足了挖土任务。挖土机组根据下述条件规划配备:

首先满足重点工程快速施工的要求;

尽可能配备在工程量大而集中的区域,以提高机械的生产率,更多地代替手工劳动;

尽可能使挖土机械在全年中转移次数最少,转移的距离最短,力求在同一施工区域做到均衡施工。

根据土壤、施工条件规划和配备不同的挖土机械及鏟斗设备,如基坑深度可以构成二层以上挖掘,则地下水位以上部分用正鏟挖掘,以下用拉鏟;如为粘性土壤,而地下水位较高,土壤含水量大,最好用斗容量为 0.5 或 1 公尺³的挖土机。新建轧钢系统第二期工程曾使用 3 公尺³的挖土机,因地下水位较高,土壤经震动后松软,挖土机陷入土中难以行动。第三炼钢厂挖方系矿渣层,用 0.5 或 1 公尺³的 Θ -505 及 Mb₂ 挖土机均挖不动,必须进行爆破,后来采用 3 公尺³的 C Θ -3 型挖土机,不须爆破就能挖掘(图 1)。

1956~1957 年期间,在基坑挖方量达 5000 公尺³以上时,才使用机械挖掘,这是

結合当时机械能力、工程任务及經濟因素提出来的,具体配备时,还考虑工作面和施工条件等。

还需考虑挖和运的綜合作业問題,如基坑浅、运距短时,用推土机及鏟运机作挖运工作;运距长多用自卸汽車;运距在一公里以内,尽可能用拖斗。

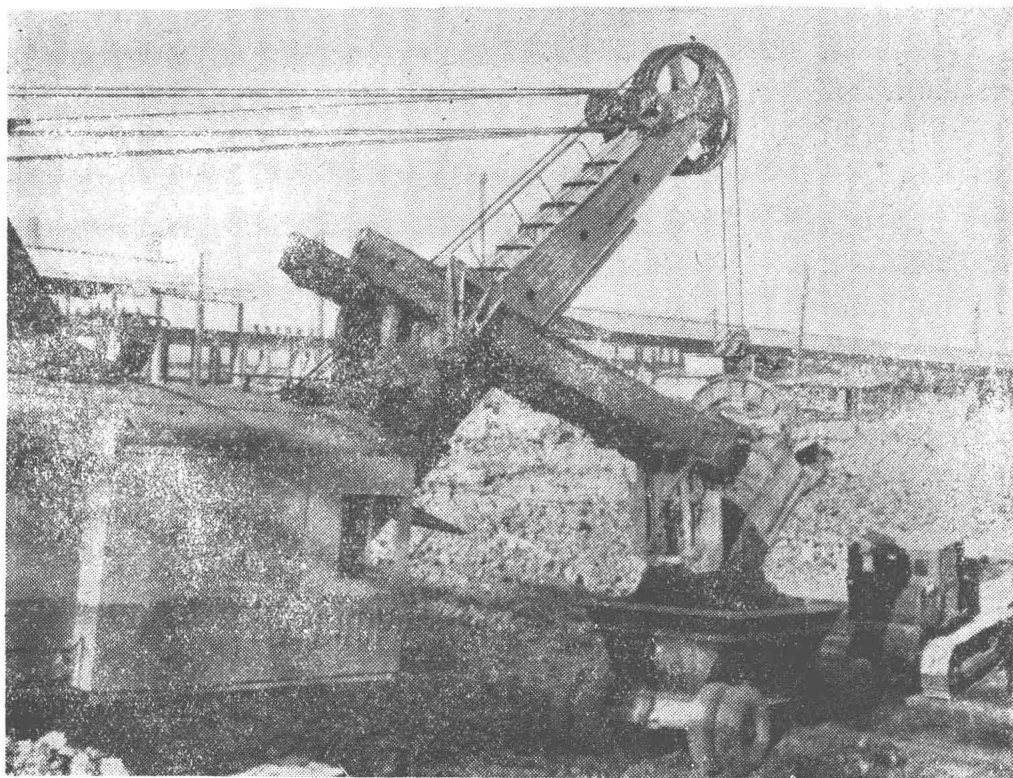


图1 第三煉鋼厂用 CQ-3 型挖土机挖掘矿渣装入拖斗

在年度和季度规划机械时,很难具体了解工程对象的施工条件。过去曾經有一个期間在調配机械上有些不够合理,缺乏全面安排,形成顧此失彼。1957 年规划中仔細安排了全年施工項目,而且还安排了每个挖土机組在全年的动态,这样給施工准备及發揮机械效能創造了有利条件。

(二) 不同基坑挖方

1 大型基坑挖方 新建軋鋼系統、第三煉鋼厂、浮选厂等基坑,工程量大、作业面寬,基础标高很多,平均在地表以下 -8 公尺左右,挖方时一般均要求与基础工程进行平行流水作业。

大型深基坑开挖时,一般都遇地下水,这样要用拉鏟一次挖出是不經濟的,不如分二层好。第一层用正鏟挖地下水位以上部分,深度为 3~5 公尺,地下水位較高时,挖土时須降低地下水位。施工順序一般从基础施工的一端或較深的基础开始。第一

层挖土尽可能使其平整,以利第二层施工。当第一层已挖出足够第二层施工的面积时,立即在第二层挖土前用拉鏟先挖第一个水井,以后挖水沟并随之挖水井。水井挖成后,再挖水沟和中间土。在挖土机组中,最好有指定的挖土机专挖水沟,使挖沟的速度超过挖中间土的速度,这样中间土中的水分可更多地从沟中渗走,以减低土壤在挖掘时的粘性。

大型浅基坑一般的不遇地下水或遇少量地下水,如新建焦化厂的焦炉、东鞍山和大孤山的浮选厂、沙河防洪工程等,挖土比较容易,施工时上下工序按同一方向配合进行,平行流水作业。这一类基坑用正鏟或拉鏟挖土各有其优缺点。用正鏟挖土时,运输工具大部分要进入坑内,在一定范围内影响下一工序的进行,但正鏟的效率较高,是其优点。如果使用拉鏟,运输工具可在坑上行驶,便于下一工序及早进行,但效率较正鏟低。有时也可考虑用拉鏟掌下装土或正鏟掌上装土。因此,在选择挖土机械时可根据具体情况比较后确定。沙河防洪工程面积为 1500 公尺²、深 1.5 公尺的貯水庫用 Д-271 型推土机推成,将推出的土堆积在外围,推土的距离不大于 100 公尺,由于采取了这一措施,降低了工程成本。

新建軋鋼系統第三期工程是挖方量最大的一项,59 号柱至 139 号柱間挖方量 67 万公尺³,其中 59 万余公尺³是用机械完成的,挖土区域长 500 公尺,寬 130 公尺。該厂基础标高有 100 余个,最深的 -15 公尺,最浅的 -2 公尺。机械挖土时,分区选择几个基本标高 -5~ -9 公尺,深于 9 公尺的輔助人工挖掘。浅基础在施工时,基底用矿渣或 35 号貧混凝土填充。这样挖土对挖土机械化及基础施工工作面起了很大作用,加速了施工工期。

机械挖掘程序如图 2。挖土分二层进行。第一层挖掘深度 3 公尺,第二层 5 公尺左右。由于生产程序由南向北,主要设备基础在南部,深度也较大,因此挖方由南向北进行。但南部紧邻已生产之第一期工程,沒有运输綫路,同时卸土場也設在北部,所以在开挖第一层时,不得不在 85 号柱子附近开出一条橫道,作为循环运土綫路。从橫道配备 3 台正鏟挖土机向南推进,第二层再由南向北。由于第一层挖土不能从南端开始,使基础施工的日期迟了两个月。

当第一层土方把 85 号柱子以南部分挖出时,便从南端开挖集水井和大沟。大沟是利用厂房四周永久渗水沟,深 -13 公尺,底部寬度 1 公尺,集水井比大沟深 1.5~2 公尺。由于施工面大,集水井和排水沟由专门拉鏟挖土机挖掘。当挖出水井及部分大沟以后,随即用拉鏟挖土机挖掘基坑。当挖到設計标高以上 200~400 公厘时,余土用推土机或人工运到拉鏟附近拉走。由于四周大沟由专门机械先行挖掘,所以有充分時間降低地下水位,使挖土时,除个别基坑外,基本上都处于干燥状态,沒有另外排水处理,挖掘比較順利。

挖方边坡考虑到扩大机械挖土面和施工工作面,采用 1:1.5,虽然挖土量稍大,但对大型基坑來說,这样作是合适的。

挖土机的配备与运行程序如图 2。挖土机的斗容量有 2.5、1、0.5、0.25 公尺³共

6 台。第一层以正铲为主,第二层以拉铲为主。运输工具采用翻斗汽车,每台挖土机配 6 台汽车,同时配备部分拖拉机牵引的拖斗。

該工程从 1956 年 11 月开始挖土,1957 年 3 月开始挖掘第二层土方,4 月开始基础工程施工。此后,挖方工程与基础工程平行流水作业,至 1958 年第一季度結束挖方,平均每公尺³鏟斗每台班完成 286 公尺³。

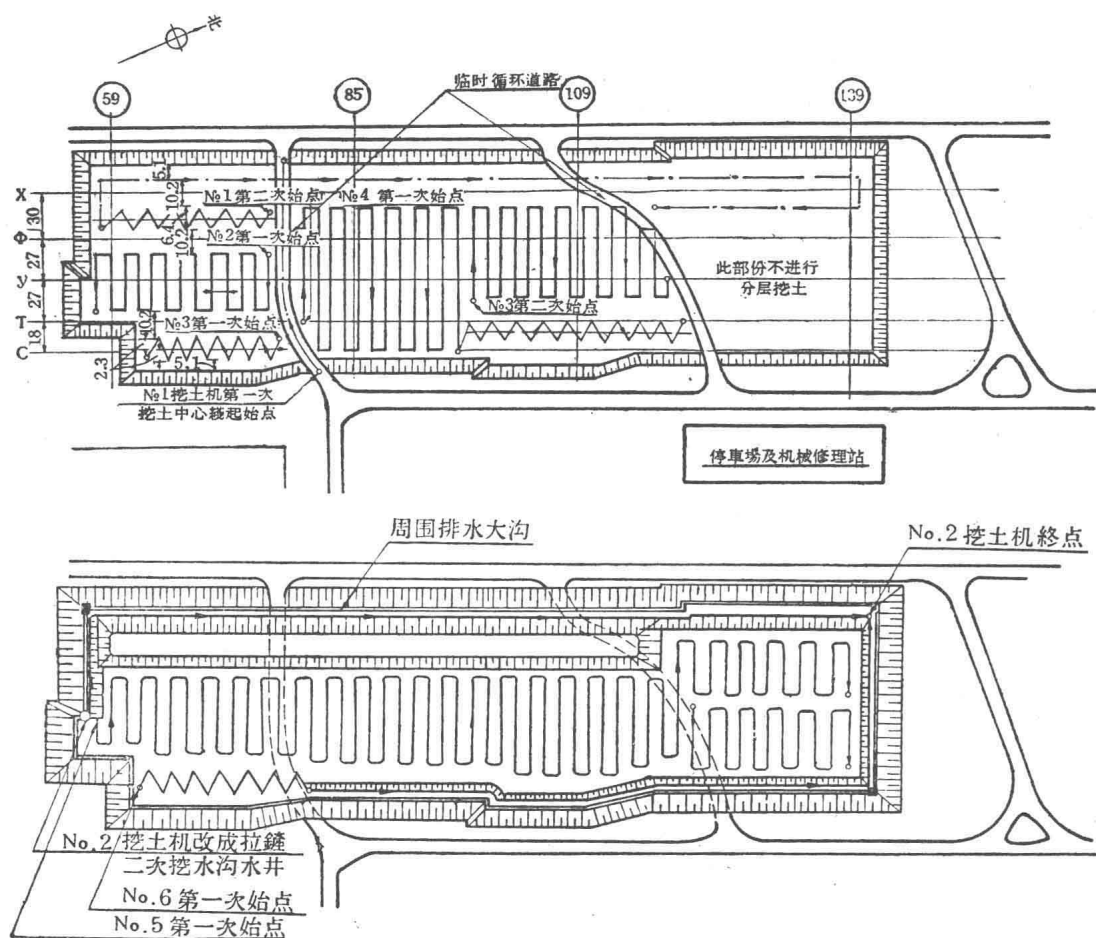


图 2 新建軋鋼系統第三期工程第一層(上图)和第二層(下图)土方机械挖土示意图

在組織施工中还存在一些缺点,首先是卸土場設在邻近即将施工的另一軋鋼厂的場地上,以后不得不进行二次挖运;其次是排水大沟有部分地段的挖掘迟于中間基坑,使基坑在挖掘时表面土壤稀軟,机械运行困难;第三是水井沒有随水沟挖出,大部分是从地面往下开挖,增加了許多困难;第四是对基坑的挖掘先后順序常常变更,影响机械效率;第五是基底的清底工作,常因标高未定或人力不足而不能随着挖土机同时进行,以后只得用人工抬运;第六是运输道路沒有与基础施工配合好,多次变更运输道路;此外挖土机械台班产量还低,沒有充分发挥效率。

2 小型基坑挖方 这一类基坑如新建焦化厂翻車机室基坑深 15 公尺, 底面尺寸为 16×26.16 公尺, 边坡坡度采用 1:1.25 及 1:1.5, 土层上部为 3~4 公尺的矿渣层, 矿渣层以下为砂质粘土和粘土, 地下水在地表以下 3~4 公尺。用一台 $\Theta-1003$ 斗容量 1 公尺³ 的拉鏟分三层挖土。第一层挖至 -3.5 公尺处, 离矿渣层底尚有 0.5 公尺, 使第二层施工时有坚硬的作业面。挖第一层时, 采取掌下装土法(图 3)。掌下装土法的

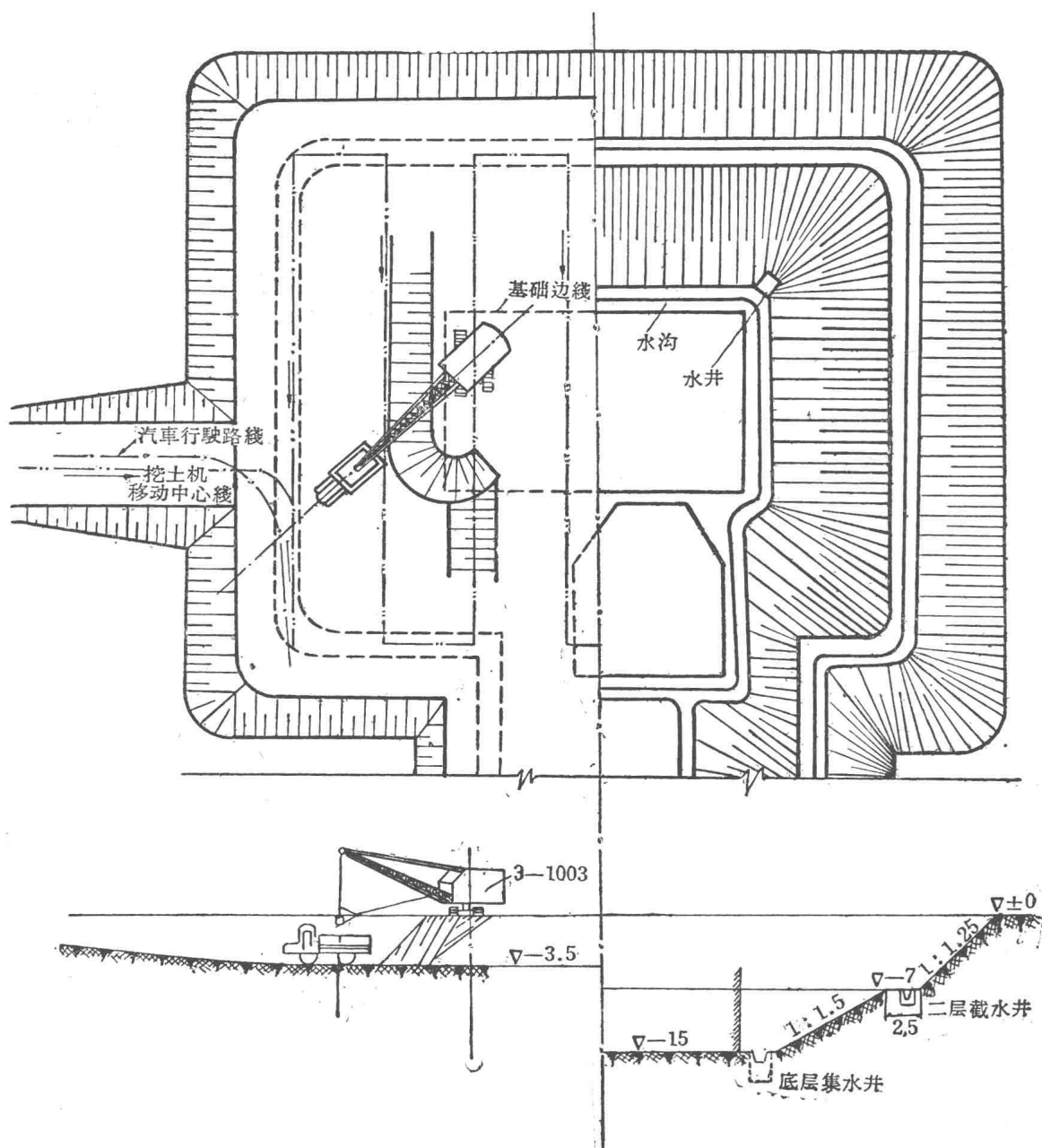


图 3 翻車机室基坑挖土示意图

优点是能使挖土机装车的迴轉角度达到最小，一般为 $10\sim 15^\circ$ ，最小可达 0° ，鏟斗提升的高度亦減少了 3.5 公尺，而且司机操作时由于目标集中視線清楚，原来装一車 (4 公尺³) 須 2~3 分鐘，采取此法后仅需 1 分 25 秒鐘，台时产量 100 公尺³。挖掘第二层时，先挖 -7 公尺标高台阶上的截水井，再将二层台阶上的截水沟挖出一部分，然后向坡道方向退着挖中間土，并使水沟經常比中間土先挖一段。第三层亦同样进行。分层、分段挖土順序如图 4。

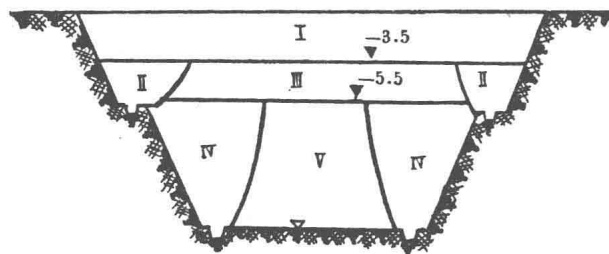


图 4 翻車机室分层分段挖土示意图

挖至接近設計标高时，剩余 200 公厘用推土机推去 100 公厘，最后用人工清整。推土机和人工清出的土均送到拉鏟附近用拉鏟装车，边坡也大部分用拉鏟挖掘，配以人工修坡。机械化程度达到 95%。全部土方量 48000 公尺³，76 天完成。

3 圓形基坑挖方 东鞍山选矿厂濃縮池，直径 25 公尺，底部标高 -3.5 公尺。采取扇形挖掘法，使挖土机和汽車密切配合，装车角度減小至平均 70° 。挖掘方法是先将边上的水井挖出，然后向中心退着挖成一个銳角形，将挖土机站在圓心上，使扇形往外扩展，扩展到一定程度时，挖土机以直綫向后退着挖，直挖至圓外。这样挖的优

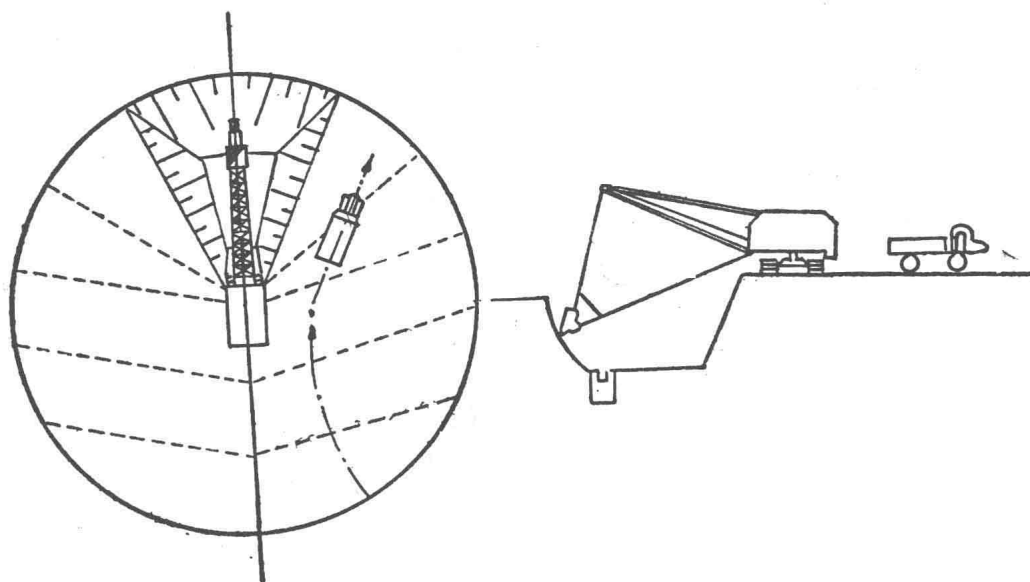


图 5 圓形基坑扇形挖土示意图

点是:挖土机移动次数少;汽车在一个部位循环,以免多设循环道路;装车角度小。如图 5。

新烧結厂翻車机室基坑上口半径 24 公尺,深 5 公尺,采取的方法是横貫基坑中央留一条汽车路,先用挖土机站在路上挖两侧土,挖完后再一面后退一面挖掉汽车路。这样施工时,挖土机的移动次数和距离均小,除挖掘汽车路时迴轉角度較大外,其余的迴轉角度較小(图 6)。

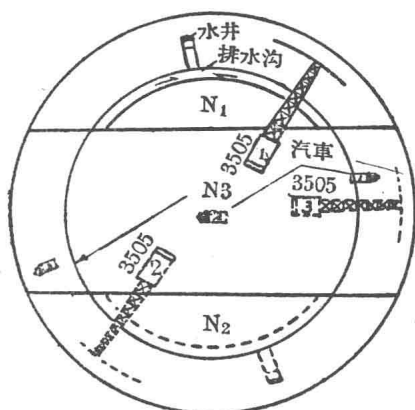


图 6

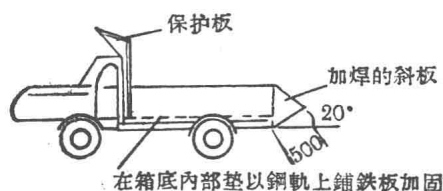


图 7

4 东鞍山矿盘山铁路路堑挖方 土方使用 C3-3 型电铲,石方采用大爆破,有 15% 左右的大块,用 C3-3 型电铲装车,从而减少二次爆破的数量。运输工具采用加固和改装的载重 5 吨的 MA3 自卸汽车(图 7)。

这种汽车配合 C3-3 挖土机施工时,主要缺点是每车仅能装一斗,減低了挖土机的生产效率,但在山上道路狭窄尚能迴轉灵活。由于装车速度受运输工具限制,为了减少运输量,在同一斜坡上从上往下运输,采取抛掷爆破,将上坡土石方抛至下坡作填方。

C3-3 挖土机上山,是利用铲斗倒到后面插在下坡上,使挖土机退着行驶,可能爬坡角度达到 30° (一般爬坡角度为 15°)。

机械挖掘較深的基坑,地下水的处理良好与否,是挖方工程的关键。过去用人工挖集水井和排水沟时,在速度上常不满足机械挖土的要求。1956 年开始試用拉鏈挖掘集水井,最初未获成功。如挖掘新建軋鋼厂第二期工程鉄皮大沟深 12.5 公尺的集水井,用 2.5 公尺³斗容量的蒸汽拉鏈挖至 - 8 公尺左右,由于沒有連續作业,大量地下水流入坑内,和成泥浆,不得不用人工繼續下挖,經一个月才完成。以后在第三期工程吸取了教訓,采取了連續作业的方法,将一个深 12 公尺的水井在 2 天内挖成。最后施工东部深 12 公尺水井时,仅用 2 个台班就完成了,而且边坡基本合乎要求,底部未用人工清理就下了井套。下井套和填濾水层是用人工工作的。如果将井套預先作好,用拉鏈吊下,四周的濾水层材料也用拉鏈铲斗送下,就更能节省人力和時間。該

工程挖土时,曾用混凝土管沉井法施工做成集水井,施工很方便。

基坑的清坡清底能否全部或大部用机械来施工,对提高机械程度逐步走上全盘机械化的方向有着很大意义。对于清坡,目前一般用拉鏟都可以做,边坡常常不用人工清理了。清底工作,一般在基础底部具有散状材料作成的渗水层或垫层(如新建軋鋼系統第二、三期工程)、桩基的地表(如新建焦化厂、第三炼鋼厂等工程)以及渗水沙桩的地基等,都用推土机清底,不再用人工整平。对于有混凝土底层的基底,考虑到机械清底可能引起基底土壤破坏,清底工作大部分还由人工进行。經观察机械清底中,如果基底土壤含水量不大,用推土机清底还有压实作用;相反,当土壤含水率太大时,用推土机清底有时推鏟会将土层带起,有时会使基底松軟。

現場的运输道路也往往直接影响挖土的速度,因为运输的速度与挖土机装車速度是有直接联系的。一般現場都只是修筑土路,在二旁有暢通的排水沟,路面用压道机或推土机碾压。在1957年曾制作了800块鋼筋混凝土路面板作現場的临时路面,因缺乏专门管理,未能作到充分的周轉运用,底层鋪墊也不够平整,以致有部分被损坏的。如果进一步加强管理和使用得当,将能得到好的效果。

几年来机械化挖土的施工技术有些进步,挖土机的每公尺³斗容量年产量,1956年以前10万公尺³以下,1957年达122000余公尺³,目前台班产量已达1166公尺³。也还存在着不少缺点:每一单項工程施工前,缺乏細緻的机械化作业設計,挖土和运土机械配合不好,运输机械的配备形式还过于单調,各种机械的替换装置配备和使用得不够广泛,某些机械长期閒置(如二台多斗挖土机和鏟运机)未能設法充分利用,因此机械的潜在力量尙未能充分发挥;現場組織的計划性、条理性不足,这些現象,某些是由于互相配合不够而造成的,例如地下障碍物处理不及时,地質情况不够清楚而需第二次挖方等;另外一些是属于缺乏計划性而形成的,例如人工挖排水沟和机械的配合、人工清底和机械配合不良等。所有这些缺点都是亟待改正的。

(三) 挖土机手的操作經驗

鞍鋼建設中湧現了不少优秀的挖土机手,創造和运用了若干快速的挖土方法,使挖土机的生产量不断地提高。鞍山市劳动模范郎运治同志和他的机組,在第一个五年計划中,操作斗容量为1公尺³的Mb₂型挖土机完成了547000公尺³的挖方,提前一年半完成了第一个五年計划的任务,在第二个五年計划內又提出挖土100万公尺³的計划。下面分三个部分叙述优秀挖土机手的各項操作經驗。

1 增大鏟斗充盈量

浅挖快装、半开鏟底、两头带尖:在挖含水量較大的粘土时,如采用一般的挖掘方法,容易使土在斗內压实,卸土困难,并且使用馬力較大。郎运治机組在挖掘这种土壤时,采用浅挖,以減少挖土机的馬力,半开鏟底,避免土在斗內压实。浅挖能加快切土速度,达到快装,半开鏟底、两头带尖,达到快卸,提高了鏟斗装土能力。如用Mb₂挖土机和7.5吨的斯可达自卸汽車运土,原来每車需装5鏟,減为4鏟,提高效率20%。