



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 103075163 B

(45) 授权公告日 2015.02.18

(21) 申请号 201210586406.3

(22) 申请日 2012.12.28

(73) 专利权人 成都中铁隆工程集团有限公司
地址 610015 四川省成都市武侯区武科西二路19号中铁隆大厦

(72) 发明人 李小刚 刁天祥

(74) 专利代理机构 北京集佳知识产权代理有限公司 11227

代理人 魏晓波

(51) Int. Cl.

E21D 11/00 (2006.01)

E21D 11/38 (2006.01)

(56) 对比文件

CN 102182466 A, 2011.09.14,

CN 102758638 A, 2012.10.31,

CN 101230785 A, 2008.07.30,

CN 101196116 A, 2008.06.11,

CN 202483587 U, 2012.10.10,

CN 101225742 A, 2008.07.23,
KR 100876546 B1, 2008.12.31,
杨威虎等. 双层双跨平顶直墙暗挖地铁风道二次衬砌施工关键技术. 《隧道建设》. 2008, 第28卷(第4期),
曹翠萍. 大跨度断面隧道二衬施工技术. 《山西建筑》. 2010, 第36卷(第21期),
涂碧海等. CRD法在大跨度隧道掘进中的应用. 《中国市政工程》. 2005, (第6期),
唐斌等. 浅埋大断面黄土隧道CRD法快速施工技术. 《隧道施工技术》. 2007,

审查员 董露钢

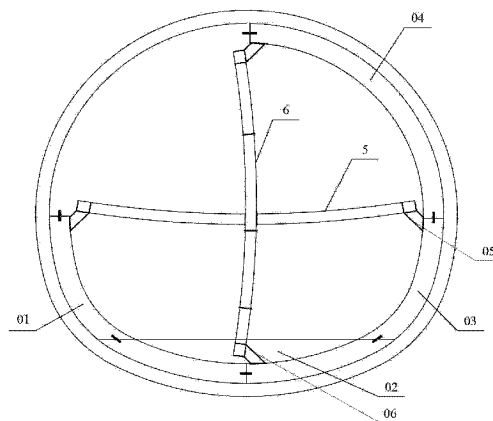
权利要求书2页 说明书6页 附图4页

(54) 发明名称

一种大断面隧道二衬施工换撑工艺

(57) 摘要

本发明公开了一种大断面隧道二衬施工换撑工艺,包括步骤:1)在左下洞仰拱回填前要在顶面预埋第一换撑钢板;2)先切除一榀临时竖撑的端部,将该端部用工字钢焊接在第一换撑钢板上与回填混凝土连接起来,连接好上一榀后才能进行下一榀换撑;3)在下边墙二衬混凝土浇筑前预埋第二换撑钢板,下边墙二衬浇筑完成并脱模后,先切除一榀临时横撑的端部,将该端部用工字钢焊接在第二换撑钢板上与二衬混凝土连接起来,连接好上一榀后才能进行下一榀换撑;4)施工右上洞二衬和左上洞二衬;5)在二衬混凝土强度达到75%后,逐步拆除临时横撑和临时竖撑。本发明通过换撑的方式,在拆除临时横撑或竖撑的端部后,达到提高稳定性,以使得能够顺利施工。



1. 一种大断面隧道二衬施工换撑工艺,其特征在于,包括步骤:

1) 在左下洞仰拱二衬浇筑完成后浇筑回填层,使底部呈平面,也便于台车在上面行走,且在左下洞仰拱回填前要在顶面预埋第一换撑钢板;

2) 先切除一榀临时竖撑的端部,将该端部用工字钢焊接在第一换撑钢板上与回填混凝土连接起来,连接好上一榀后才能进行下一榀换撑,换撑完成后进行右下洞仰拱二衬浇筑及回填;

3) 施工左下洞和右下洞的下边墙二衬,且在下边墙二衬混凝土浇筑前预埋第二换撑钢板,下边墙二衬浇筑完成并脱模后,即先切除一榀临时横撑的端部,将该端部用工字钢焊接在第二换撑钢板上与二衬混凝土连接起来,连接好上一榀后才能进行下一榀换撑;

4) 施工右上洞二衬和左上洞二衬;

5) 随着隧道全断面的二衬施工完成且二衬混凝土强度达到 75%后,逐步拆除临时横撑和临时竖撑。

2. 如权利要求 1 所述的大断面隧道二衬施工换撑工艺,其特征在于,所述步骤 5) 中临时横撑和临时竖撑的拆除顺序为:

自一端向另一端逐榀拆除,自上而下先拆除临时横撑以上的临时竖撑,再拆除临时横撑,最后拆除下半部分的临时竖撑。

3. 如权利要求 2 所述的大断面隧道二衬施工换撑工艺,其特征在于,临时横撑和临时竖撑拆除时先用风镐破除喷射混凝土后再用气焊将格栅钢架切割成小块运出洞外。

4. 如权利要求 1 所述的大断面隧道二衬施工换撑工艺,其特征在于,下边墙与仰拱的施工缝基面在浇筑混凝土前要清理干净,并均匀涂刷一层界面剂,防止漏水,下边墙与上拱连接的施工缝处也要设置中埋式止水带。

5. 如权利要求 1 所述的大断面隧道二衬施工换撑工艺,其特征在于,在右上洞二衬和左上洞二衬结合处的施工缝处,设置中埋式止水带,初次混凝土浇筑完成后及时对基面进行凿毛,二次浇筑混凝土前对基面清理干净,并均匀涂抹一层界面剂,起到两次混凝土的良好结合和防止渗漏水。

6. 如权利要求 1 所述的大断面隧道二衬施工换撑工艺,其特征在于,所述步骤 4) 具体为:

41) 施工右上洞二衬;

42) 在右上洞二衬浇筑完成后暂不脱模,台车支架作为右上洞二衬的支撑;

43) 切除临时竖撑顶部,紧接着施工左上洞的防水板、钢筋、台车就位浇筑混凝土,使得左、右洞二衬在最短时间内连接成环;

44) 右上洞的台车脱模,台车向前推进,继续步骤 41),直到完成全部二衬浇筑。

7. 如权利要求 1 所述的大断面隧道二衬施工换撑工艺,其特征在于,左下洞和右下洞施工钢筋安装前要先破除临时横撑两端的一部分喷射混凝土但不切除临时横撑格栅钢架,使二衬预留钢筋穿过临时横撑,便于和上洞钢筋连接。

8. 如权利要求 7 所述的大断面隧道二衬施工换撑工艺,其特征在于,位于初支和下洞二衬之间的防水板,在下洞二衬施工前铺设至施工缝上缘 30cm 处,待下洞二衬施工完成,进行换撑后与上洞防水板连接成整体。

9. 如权利要求 1 所述的大断面隧道二衬施工换撑工艺,其特征在于,所述左下洞二衬

和右下洞二衬均采用从一端向另一端逐段推进的方法进行施工。

一种大断面隧道二衬施工换撑工艺

技术领域

[0001] 本发明涉及隧道施工技术领域,更具体地说,涉及一种大断面隧道二衬施工换撑工艺。

背景技术

[0002] 近些年,随着国内各大城市轨道交通及地下空间建设的迅猛发展,建设者们对地下隧道工程施工工艺的掌握和应用也日趋完善,常见的施工工法有全断面法、台阶法、CD法(是在软弱围岩大跨度隧道中,先分部开挖隧道的一侧,并施作中隔壁,然后再分部开挖另一侧的施工方法)、CRD法(是在软弱围岩大跨度隧道中,先分部开挖隧道一侧,施作中隔壁和横隔板,再分部开挖隧道另一侧并完成横隔板施工的施工方法。就是将隧道分成N个断面进行开挖,CD法与CRD法的区别在于,CRD法要做临时仰拱,而CD法没有这个工序。)及双侧壁导坑法等。

[0003] 传统的CRD(交叉中隔壁法)工艺施工方法,在开挖时按照临时横撑和临时竖撑对隧道断面所分的4部分按一定的顺序进行开挖(即左上→左下→右上→右下的开挖顺序),在施工二衬时分段拆除临时横撑和临时竖撑,先施工仰拱,再施工边墙和上拱。

[0004] 传统的CRD工艺施工方法适用于地质条件良好,覆土较厚,地面荷载较小,变形控制要求一般,二衬可采用全断面法(仰拱-上拱两步作业)施工。对于不良地质,覆土较薄(小于7m),地面交通繁忙,动、静荷载较大,变形控制标准较高等情况不适用。为了避免上述问题,应该采用如下工序进行施工:左下仰拱及回填→右下仰拱及回填→左下边墙→右下边墙→右上拱→左上拱。

[0005] 由于上洞的断面较大,且每段10m二衬的施工周期超过一个月,为了保证拱顶安全,初期支护变形不超限,因此不能直接切除临时竖撑顶部格栅,使拱顶失去竖向支撑而发生危险,所以采取右上洞和左上洞分开施工的方法,即先破除竖撑顶部初期支护喷射混凝土,保留格栅钢架作为拱顶支撑,右上洞二衬钢筋穿过格栅空挡作为预留,与左上洞二衬钢筋连接成整体,防水板的预留同下洞预留。

[0006] 如果按照常规的施工工序,在施工完一侧隧洞后,需要拆除临时横撑或竖撑的端部,但是拆除临时横撑或竖撑的端部后,会使得隧洞成为一个不稳定结构,无法进行施工。

[0007] 因此,如何提高稳定性,以使得能够顺利施工,成为本领域技术人员亟待解决的技术问题。

发明内容

[0008] 有鉴于此,本发明提供了一种大断面隧道二衬施工换撑工艺,以提高稳定性,以使得能够顺利施工。

[0009] 为实现上述目的,本发明提供如下技术方案:

[0010] 一种大断面隧道二衬施工换撑工艺,包括步骤:

[0011] 1) 在左下洞仰拱二衬浇筑完成后浇筑回填层,使底部呈平面,也便于台车在上面

行走,且在左下洞仰拱回填前要在顶面预埋第一换撑钢板;

[0012] 2)先切除一榀临时竖撑的端部,将该端部用工字钢焊接在第一换撑钢板上与回填混凝土连接起来,连接好上一榀后才能进行下一榀换撑,换撑完成后进行右下洞仰拱二衬浇筑及回填;

[0013] 3)施工左下洞和右下洞的下边墙二衬,且在下边墙二衬混凝土浇筑前预埋第二换撑钢板,下边墙二衬浇筑完成并脱模后,即先切除一榀临时横撑的端部,将该端部用工字钢焊接在第二换撑钢板上与二衬混凝土连接起来,连接好上一榀后才能进行下一榀换撑;

[0014] 4)施工右上洞二衬和左上洞二衬;

[0015] 5)随着隧道全断面的二衬施工完成且二衬混凝土强度达到75%后,逐步拆除临时横撑和临时竖撑。

[0016] 优选地,在上述大断面隧道二衬施工换撑工艺中,所述步骤5)中临时横撑和临时竖撑的拆除顺序为:

[0017] 自一端向另一端逐榀拆除,自上而下先拆除临时横撑以上的临时竖撑,再拆除临时横撑,最后拆除下半部分的临时竖撑。

[0018] 优选地,在上述大断面隧道二衬施工换撑工艺中,临时横撑和临时竖撑拆除时先用风镐破除喷射混凝土后再用气焊将格栅钢架切割成小块运出洞外。

[0019] 优选地,在上述大断面隧道二衬施工换撑工艺中,下边墙与仰拱的施工缝基面在浇筑混凝土前要清理干净,并均匀涂刷一层界面剂,防止漏水,下边墙与上拱连接的施工缝处也要设置中埋式止水带。

[0020] 优选地,在上述大断面隧道二衬施工换撑工艺中,在右上洞二衬和左上洞二衬结合处的施工缝处,设置中埋式止水带,初次混凝土浇筑完成后及时对基面进行凿毛,二次浇筑混凝土前对基面清理干净,并均匀涂抹一层界面剂,起到两次混凝土的良好结合和防止渗漏水。

[0021] 优选地,在上述大断面隧道二衬施工换撑工艺中,所述步骤4)具体为:

[0022] 41)施工右上洞二衬;

[0023] 42)在右上洞二衬浇筑完成后暂不脱模,台车支架作为右上洞二衬的支撑;

[0024] 43)切除临时竖撑顶部,紧接着施工左上洞的防水板、钢筋、台车就位浇筑混凝土,使得左、右洞二衬在最短时间内连接成环;

[0025] 44)右上洞的台车脱模,台车向前推进,继续步骤41)。

[0026] 优选地,在上述大断面隧道二衬施工换撑工艺中,左下洞和右下洞施工钢筋安装前要先破除临时横撑两端的一部分喷射混凝土但不切除临时横撑格栅钢架,使二衬预留钢筋穿过临时横撑,便于和上洞钢筋连接。

[0027] 优选地,在上述大断面隧道二衬施工换撑工艺中,位于初支和下洞二衬之间的防水板,在下洞二衬施工前铺设至施工缝上缘30cm处,待下洞二衬施工完成,进行换撑后与上洞防水板连接成整体。

[0028] 优选地,在上述大断面隧道二衬施工换撑工艺中,所述左下洞二衬和右下洞二衬均采用从一端向另一端逐段推进的方法进行施工。

[0029] 从上述的技术方案可以看出,本发明提供的大断面隧道二衬施工换撑工艺,在左下洞仰拱二衬浇筑完成后,先切除一榀临时竖撑的端部,将该端部用工字钢焊接在第一换

撑钢板上与回填混凝土连接起来,连接好上一榀后才能进行下一榀换撑,换撑完成后再进行右下洞仰拱二衬浇筑及回填;相应地,在下边墙二衬混凝土浇筑前预埋第二换撑钢板,下边墙二衬浇筑完成并脱模后,即先切除一榀临时横撑的端部,将该端部用工字钢焊接在第二换撑钢板上与二衬混凝土连接起来,连接好上一榀后才能进行下一榀换撑。本发明通过换撑的方式,在拆除临时横撑或竖撑的端部后,达到提高稳定性,以使得能够顺利施工。

附图说明

[0030] 为了更清楚地说明本发明实施例或现有技术中的技术方案,下面将对实施例或现有技术描述中所需要使用的附图作简单地介绍,显而易见地,下面描述中的附图仅仅是本发明的一些实施例,对于本领域普通技术人员来讲,在不付出创造性劳动的前提下,还可以根据这些附图获得其他的附图。

[0031] 图 1 为本发明实施例提供的二衬部分施工后的结构示意图;

[0032] 图 2 为本发明实施例提供的台车安装后的结构示意图;

[0033] 图 3 为本发明实施例提供的第一台车和第二台车安装后的结构示意图;

[0034] 图 4 为本发明实施例提供的第三台车的结构示意图。

具体实施方式

[0035] 本发明公开了一种大断面隧道二衬施工换撑工艺,以提高稳定性,以使得能够顺利施工。

[0036] 下面将结合本发明实施例中的附图,对本发明实施例中的技术方案进行清楚、完整地描述,显然,所描述的实施例仅仅是本发明一部分实施例,而不是全部的实施例。基于本发明中的实施例,本领域普通技术人员在没有做出创造性劳动前提下所获得的所有其他实施例,都属于本发明保护的范围。

[0037] 请参阅图 1-图 4,图 1 为本发明实施例提供的二衬部分施工后的结构示意图;图 2 为本发明实施例提供的台车安装后的结构示意图;图 3 为本发明实施例提供的第一台车和第二台车安装后的结构示意图;图 4 为本发明实施例提供的第三台车的结构示意图。

[0038] 本发明实施例提供的大断面隧道二衬施工换撑工艺,其特征在于,包括步骤:

[0039] 1) 在左下洞仰拱二衬浇筑完成后浇筑回填层,使底部呈平面,也便于台车在上面行走,且在左下洞仰拱回填前要在顶面预埋第一换撑钢板;

[0040] 2) 先切除一榀临时竖撑 6 的端部,将该端部用工字钢 06 (可为 I32b 工字钢)焊接在第一换撑钢板上与回填混凝土连接起来,连接好上一榀后才能进行下一榀换撑,换撑完成后进行右下洞仰拱二衬浇筑及回填;

[0041] 3) 施工左下洞和右下洞的下边墙二衬(即左下洞二衬 01 和右下洞二衬 03),且在下边墙二衬混凝土浇筑前预埋第二换撑钢板,下边墙二衬浇筑完成并脱模后,即先切除一榀临时横撑的端部,将该端部用工字钢 05 (可为 I32b 工字钢)焊接在第二换撑钢板上与二衬混凝土连接起来,连接好上一榀后才能进行下一榀换撑;

[0042] 4) 施工右上洞二衬 04 和左上洞二衬;

[0043] 5) 随着隧道全断面的二衬施工完成且二衬混凝土强度达到 75% 后,逐步拆除临时横撑 5 和临时竖撑 6。

[0044] 本发明提供的大断面隧道二衬施工换撑工艺,在左下洞仰拱二衬浇筑完成后,先切除一榀临时竖撑的端部,将该端部用工字钢焊接在第一换撑钢板上与回填混凝土连接起来,连接好上一榀后才能进行下一榀换撑,换撑完成后再进行右下洞仰拱二衬浇筑及回填;相应地,在下边墙二衬混凝土浇筑前预埋第二换撑钢板,下边墙二衬浇筑完成并脱模后,即先切除一榀临时横撑的端部,将该端部用工字钢焊接在第二换撑钢板上与二衬混凝土连接起来,连接好上一榀后才能进行下一榀换撑。本发明通过换撑的方式,在拆除临时横撑或竖撑的端部后,达到提高稳定性,以使得能够顺利施工。

[0045] 在步骤 5) 中临时横撑和临时竖撑的拆除顺序为:

[0046] 自一端向另一端逐榀拆除,自上而下先拆除临时横撑 5 以上的临时竖撑 6,再拆除临时横撑 5,最后拆除下半部分的临时竖撑 6。

[0047] 临时横撑和临时竖撑拆除时先用风镐破除喷射混凝土后再用气焊将格栅钢架切割成小块运出洞外。由于拆除工作危险性较大,因此可采用带破碎锤的小型挖机配合人工拆除。

[0048] 下边墙与仰拱的施工缝基面在浇筑混凝土前要清理干净,并均匀涂刷一层界面剂,防止漏水,下边墙与上拱连接的施工缝处也要设置中埋式止水带。

[0049] 在右上洞二衬和左上洞二衬结合处的施工缝处,设置中埋式止水带,初次混凝土浇筑完成后及时对基面进行凿毛,二次浇筑混凝土前对基面清理干净,并均匀涂抹一层界面剂,起到两次混凝土的良好结合和防止渗漏水。

[0050] 步骤 4) 具体为:

[0051] 41) 施工右上洞二衬;

[0052] 42) 在右上洞二衬浇筑完成后暂不脱模,台车支架作为右上洞二衬的支撑;

[0053] 43) 切除临时竖撑顶部,紧接着施工左上洞的防水板、钢筋、台车就位浇筑混凝土,使得左、右洞二衬在最短时间内连接成环;

[0054] 44) 右上洞的台车脱模,台车向前推进,继续步骤 41)。

[0055] 本发明在右上洞二衬浇筑完成后暂不脱模,台车支架作为右上洞二衬的支撑,以避免右上洞浇筑二衬时,造成的不稳定结构;然后切除临时竖撑顶部,紧接着施工左上洞的防水板、钢筋、台车就位浇筑混凝土,使得左、右洞二衬在最短时间内连接成环。右上洞的台车脱模,台车向前推进,按照此方法直到完成全部二衬浇筑,如此以来,可不用施工换撑工序。

[0056] 进一步地,左下洞和右下洞施工钢筋安装前要事先破除临时横撑 5 两端的一部分喷射混凝土但不切除临时横撑格栅钢架,使二衬预留钢筋穿过临时横撑 5,便于和上洞钢筋连接。

[0057] 进一步地,位于初支和下洞二衬之间的防水板,在下洞二衬施工前铺设至施工缝上缘 30cm 处,待下洞二衬施工完成,进行换撑后(逐榀切除横撑 5 端头并改用预埋二衬中的型钢将横撑与二衬连接,成环)与上洞防水板连接成整体。

[0058] 进一步地,所述左下洞二衬 01 和右下洞二衬 03 均采用从一端向另一端逐段推进的方法进行施工,此工艺成熟,在此不再赘述。

[0059] 下面针对各台车进行详细描述。

[0060] 上述工艺所用到的台车,用于支撑于隧道内,隧道通过临时横撑 5 和临时竖撑 6 分

成左下隧洞、右下隧洞、左上隧洞和右上隧洞。台车包括第一台车 1、第二台车 2、第三台车 3 和第四台车 4。

[0061] 第一台车 1 用于布置于左下隧洞内,第一台车 1 分别与临时横撑 5 和临时竖撑 6 相连,以实现第一台车 1 的安装。第二台车 2 用于布置于右下隧洞内,第二台车 2 分别与临时横撑 5 和临时竖撑 6 相连,以实现第二台车 2 的安装,且第一台车 1 和第二台车 2 结构相同,且对称布置。

[0062] 第三台车 3 用于布置于右上隧洞内,第三台车 3 分别与临时横撑 5 和临时竖撑 6 相连,以实现第三台车 3 的安装。第四台车 4 用于布置于左上隧洞内,第四台车 4 分别与临时横撑 5 和临时竖撑 6 相连,以实现第四台车 4 的安装,且第三台车 3 和第四台车 4 结构相同,且对称布置。

[0063] 台车都是利用现有的废旧工字钢拼装而成,废物利用,减少了加工或外购新模板台车的成本投入,对施工单位来说具有显著的经济效益。

[0064] 第一台车 1 和第二台车 2 采用常规马蹄形标准断面的台车改装而成,即卸掉面板、面板拱架,保留原有的门架、纵梁、行走系统及部分支撑杆,具体包括第一行走钢轨、第一行走轮 102、支架 103、第一支撑油缸 104、第一面板拱架 106 和面板 107。

[0065] 第一行走钢轨铺设于隧道底部的回填平台上,门架 101 底部设有与第一行走钢轨配合的第一行走轮 102。支架 103 设置于门架 101 的一侧,多个第一支撑油缸 104 设置于支架 103 上。第一面板拱架 106 与第一支撑油缸 104 的活塞杆相连,面板 107 设置于第一面板拱架 106 的外侧。

[0066] 进一步地,第一行走轮 102 通过行走电机驱动工作。本发明也可不设置行走电机,通过人力推动。第一台车 1 和第二台车 2 均通过工字钢与临时横撑 5 相连,通过钢管顶托 105 与临时竖撑 6 相连。

[0067] 第三台车 3 和第四台车 4 具体包括第二行走钢轨、第二行走轮 308、千斤顶装置 309、第二支撑油缸 306、型钢纵梁 305、拱架 302 和面板 303。

[0068] 第二行走钢轨布置于临时横撑 5 上,主架 301 底部设有与第二行走钢轨配合的第二行走轮 308。具体地,第二行走钢轨可采用施工常用的 I43 轨,分节安装,轨距 2200mm,第二行走轮 308 可为定制的刚滚轮或标准断面台车行走系统。

[0069] 千斤顶装置 309 设置于临时横撑 5 和主架 301 之间,主要作用是将拱架(面板)与主架 301 在台车就位和脱模时进行升降。多个第二支撑油缸 306 设置于主架 301 上。型钢纵梁 305 与第二支撑油缸 306 的活塞杆相连,型钢纵梁 305 上设有楔形块 304,以适应第二面板拱架 302 的弧度。第二面板拱架 302 与楔形块 304 相连,面板 303 设置于第二面板拱架 302 的外侧。

[0070] 当第三台车 3 或第四台车 4 移动至拟浇筑位置后,进行中线定位,启动液压系统,由于面板 303、第二面板拱架 302、主架 301 组装成一个整体,第二支撑油缸 306 推主架顶部的大梁,使整个台车的面板就位到设计断面处,封堵头浇筑混凝土并达到规定时间后脱模,在脱模时,开动电机,第二支撑油缸 306 和千斤顶装置 309 回缩,拉动大梁、拱架和面板缓慢下落,台车移位至下一循环施工。

[0071] 在本实施例中,第二行走轮 308 通过行走电机驱动工作。如果线路纵坡小于 1%,一般采用人工辅助小型机具驱动台车在钢轨上行走,简单易行。

[0072] 进一步地,第二行走钢轨上设置有制动第二行走轮 308 的阻挡卡环。主架 301 由 I20 工字钢焊接组拼而成,在主架 301 的空格处设置有钢管斜撑。第三台车 3、第四台车 4、第一台车 1 和第二台车 2 的面板均采用 6mm 厚定型钢模板。

[0073] 第二面板拱架 302 作为面板背后主要承重构件,根据隧道轮廓半径和受力进行专门设计,采用 10mm 钢板焊接或型钢弯曲而成,强度和刚度满足荷载要求,单块重量不大于 40kg 为宜(便于搬运安拆),两块拱架之间用螺栓连接,拱架与面板间用扣件并电焊连接。拱架环向通长布置,纵向间距 1m/ 榀(与主架单元在同一断面)。

[0074] 本说明书中各个实施例采用递进的方式描述,每个实施例重点说明的都是与其他实施例的不同之处,各个实施例之间相同相似部分互相参见即可。

[0075] 对所公开的实施例的上述说明,使本领域专业技术人员能够实现或使用本发明。对这些实施例的多种修改对本领域的专业技术人员来说将是显而易见的,本文中所定义的一般原理可以在不脱离本发明的精神或范围的情况下,在其它实施例中实现。因此,本发明将不会被限制于本文所示的这些实施例,而是要符合与本文所公开的原理和新颖特点相一致的最宽的范围。

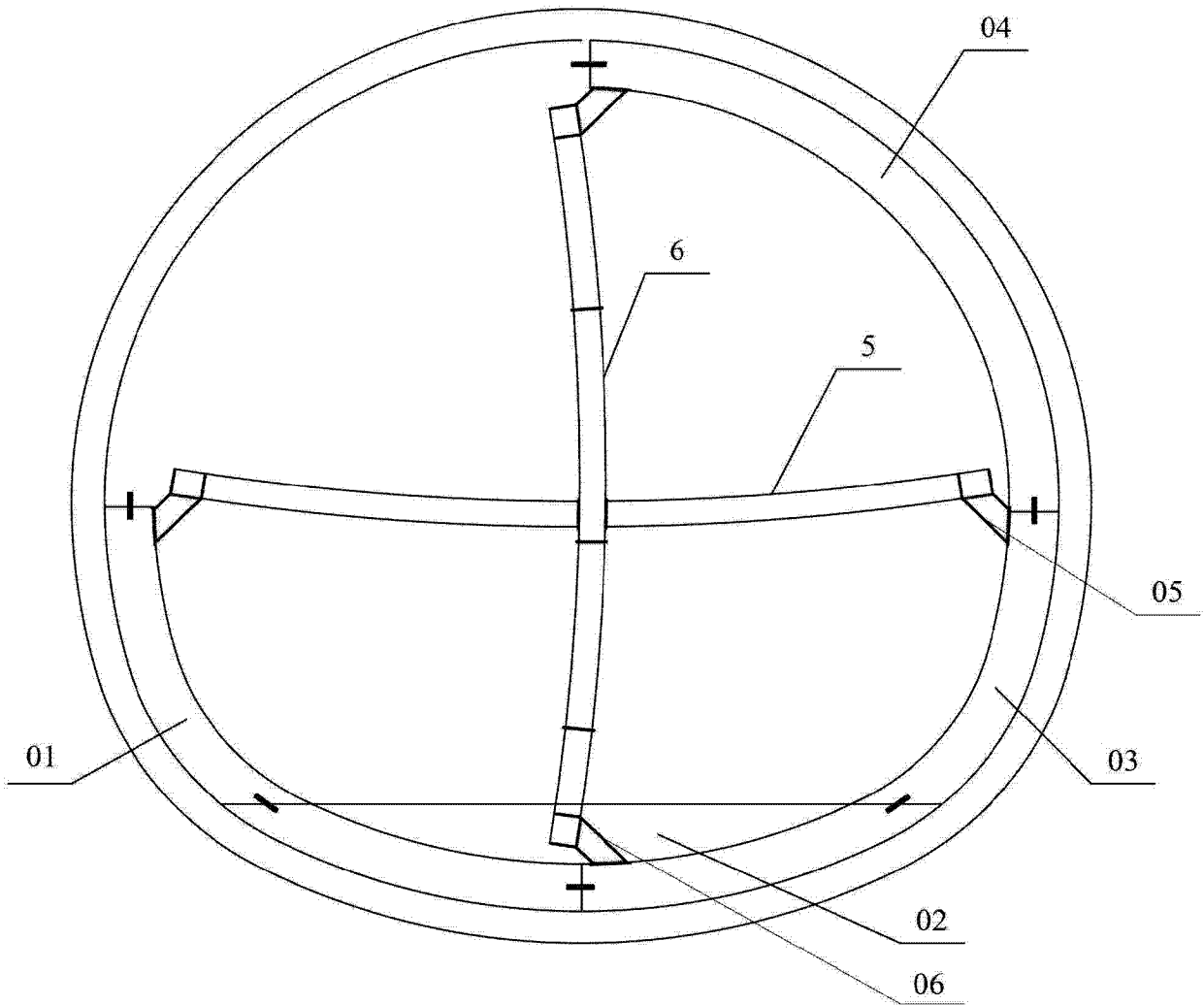


图 1

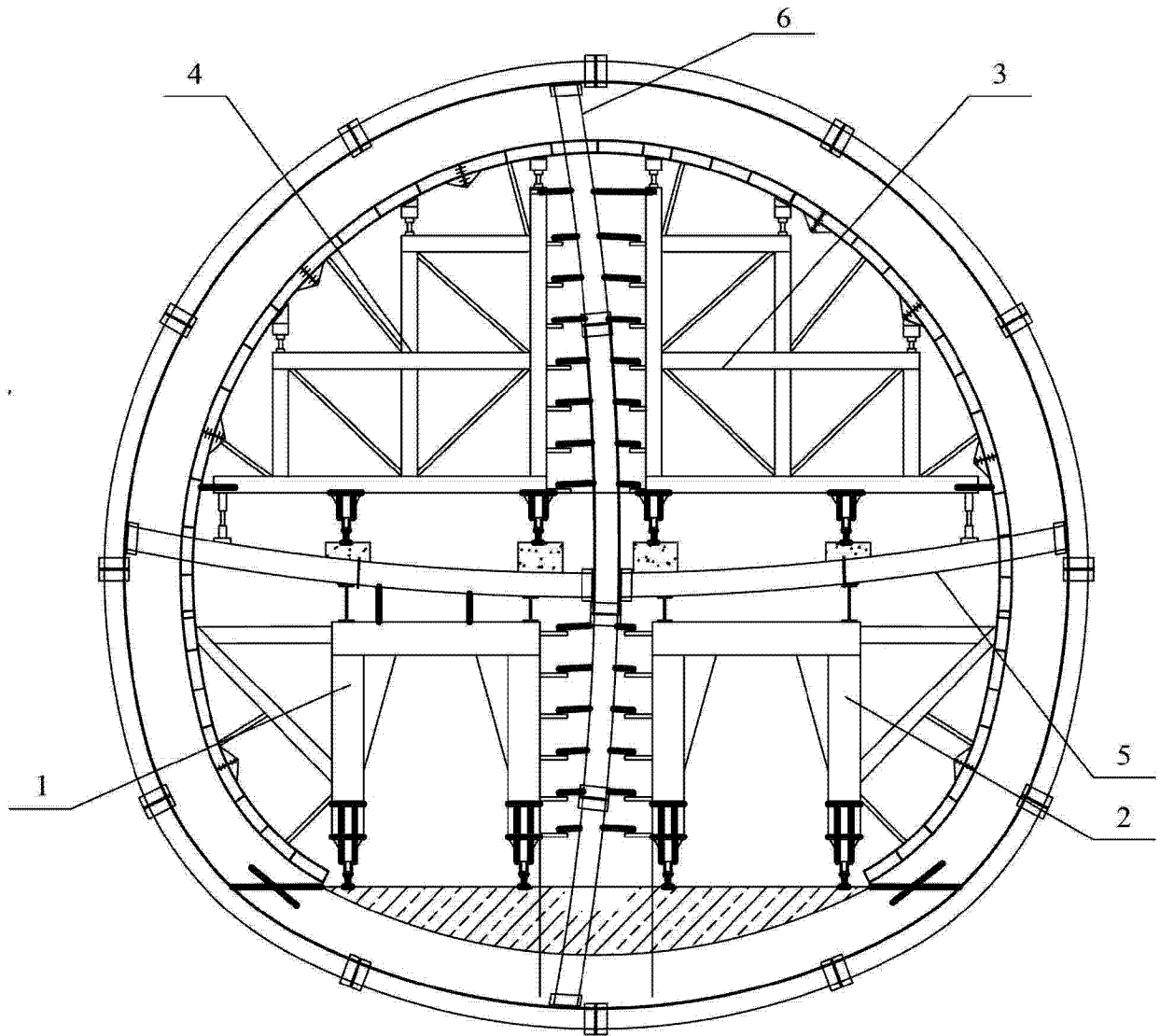


图 2

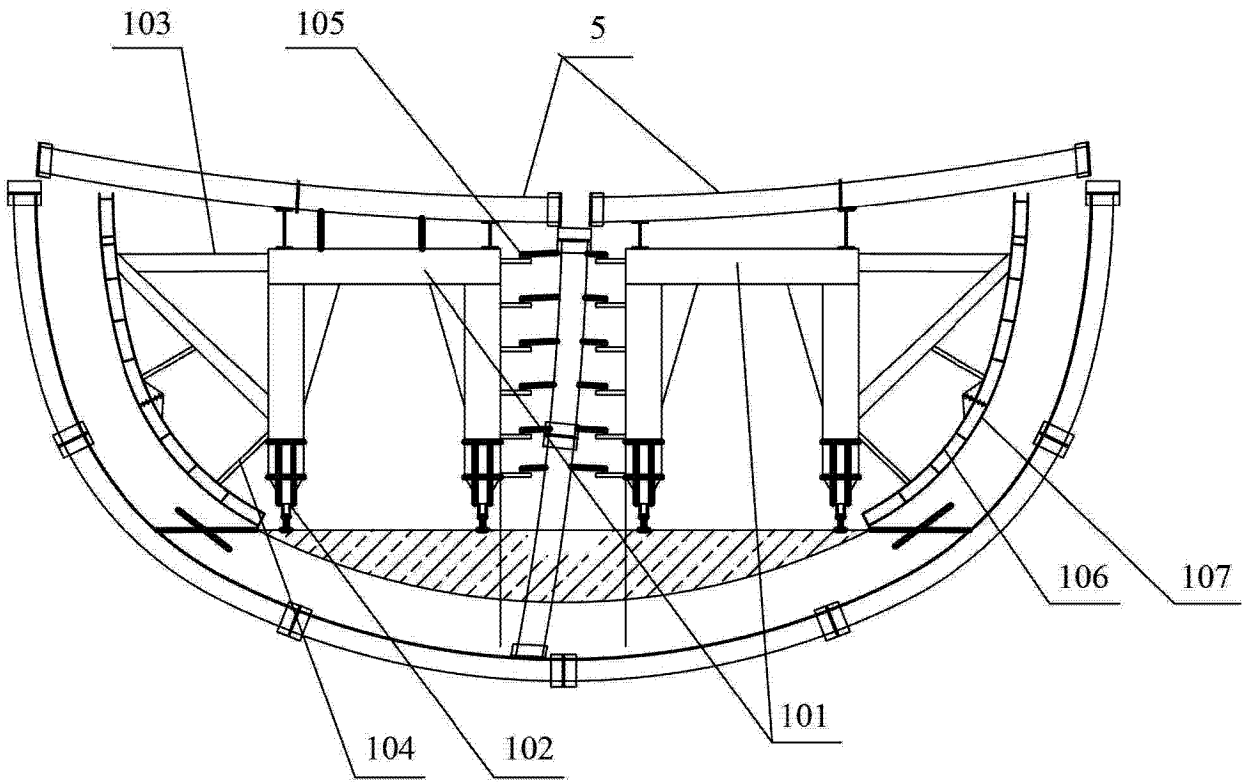


图 3

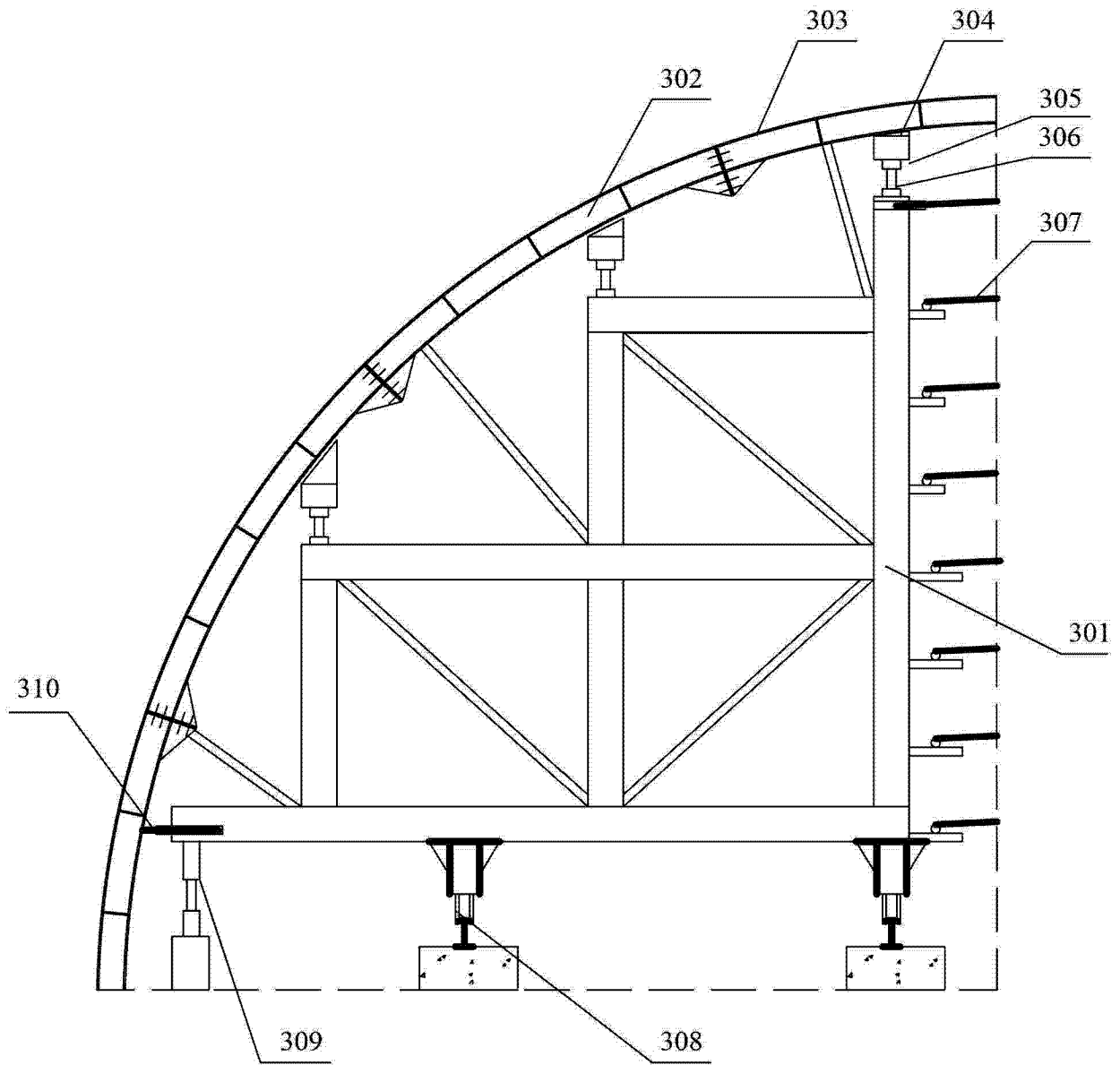


图 4